Phys. g. 153 t - 1

de

Schmidt del. sc. Jenæ 1774.

Adolph Albrecht Hambergers
der Weltweisheit und Arzneykunst D.

Allgemeine Experimental-Naturlehre

auf eigene
Erfahrung und Vernunftschlüsse
gegründet.

Erster Theil

mit Kupfern.

Jena
bey Felix Fickelscherr, 1774.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Das Gebäude einer Naturlehre errichten, das wird wohl ohne Zweifel so viel sagen, eine deutliche Vorstellung nicht nur von den Begebenheiten in der Körperwelt machen, sondern auch die wahren Ursachen der Begebenheiten entwickelt vor Augen legen. Es fragt sich nur, auf was für Art wir es anzufangen haben, daß wir diesen Zweck erreichen, und ob auch wohl die Naturlehre bisher auf solche Art sey behandelt worden, daß die Begriffe, die wir von den Begebenheiten in der Natur haben, uns völlig deutlich geworden? Um das Letztere zu untersuchen, wollen wir nicht nur die Erklärungen der Naturbegebenheiten der Alten ein wenig vornehmen, sondern auch die Erklärungen der Neueren einer genauern Prüfung unterwerfen. Fänden wir nun, daß beyde Erklärungsarten die Sachen noch nicht in ein solches Licht setzten, daß uns die Begriffe davon als völlig deutlich sich darstelleten; so glaube ich, werden wir befugt seyn,

solche Wege zu suchen, auf welchen wir mehr Licht finden. Dieses sind die Bewegungsgründe, warum ich gegenwärtiges Werk zu schreiben unternommen habe. Und ich hoffe, meine geringen Bemühungen sollen dem geneigten Leser nicht zum Mißvergnügen gereichen.

Gehen wir in die ältesten Zeiten zurück, von denen uns bekannt ist, daß man die Naturlehre als eine Wissenschaft getrieben hat, untersuchen wir, auf welchen Gründen dieselbe damals beruhete; so finden wir, daß man gewisse Sätze als unwidersprechlich behauptete, worüber heut zu Tage jedermann, der nur einigermaaßen denken kann, lachen würde, wenn man ihm eine Erklärung von einer Naturbegebenheit nach damaliger Art machen wollte. Z. E. um das Eindringen des Wassers in eine Röhre, worinnen ein Stempel zurückgezogen wird, zu erklären, bediente man sich dieses für allgemein richtig angenommenen Satzes, die Natur fürchte sich vor einem Loche. Von diesem Grundsatze nun entspringt die sehr natürliche Erklärung: was sich fürchtet, kriecht in ein Loch, wenn es eins finden kann. Wird nun dem Wasser ein Loch gemacht; so kriecht es hinein. Es ist wahr, für die Einbildungskraft ist das schon eine liebe Sache: allein unsere Vernunft will nur nicht damit zufrieden seyn.

Nach Aristoteles Zeiten bedienten sich die Ausleger der Naturlehre noch dieses Hülfsmittels. Wenn nämlich ihre Erklärungsart selbst

den

den Sätzen das gehörige Gewicht nicht geben wollte, so mußte, was man erklärte, doch wahr seyn, weil es Aristoteles gesagt hatte. Das Ansehen dieses Vaters der Naturlehre muste den an sich unzureichenden Beweisen, das ihnen noch mangelnde Gewicht geben.

Heute zu Tage behandeln wir die Naturlehre auf ganz andere Art, nämlich die Erfahrung muß der Vernunft zum richtigen Denken die Handleitung geben. Z. E. die Erfahrung bestätiget es, wir mögen einen Körper, der in Ruhe ist, nach einer Gegend anstoßen, nach welcher wir wollen, daß er uns widerstehet. Die Vernunft hat die richtige Folge längst ausfündig gemacht: alles, was einer Bewegung widerstehet, muß der Bewegung entgegen drücken. Nun schließet man, weil alle Körper, wie die Erfahrung weiset, nach allen Gegenden widerstehen, so ist dieses eine Eigenschaft eines Körpers, daß er nach allen Gegenden beständig drücket, und zwar nach entgegengesetzten Gegenden gleich stark. Ja man gehet so weit, daß man sich gedenket, ein Körper müsse diese Eigenschaft auch behalten, wenn man ihn außer aller Verbindung mit andern setzte. Ferner findet man, daß alle Körper, wenn sie einander unmittelbar berühren, gegen einander drücken. In einigen wenigen Fällen findet man sogar, wenn zween Körper noch von einander entfernet sind, daß sie sich gegen einander bewegen; auch in anderen Fällen, daß sich zween Körper von einander hinweg

begeben, ob sie sich gleich noch nicht berühret hatten. Hiervon macht man sich eine ganz kurze Erklärung. Man sagt nämlich, im ersten Falle haben die Körper eine anziehende Kraft, im andern eine fortstoßende Kraft. Bey allen diesen Sätzen scheinet mit wenigem viel gesagt zu seyn. Soll ich aber jemanden sagen, was ist ein nach allen Gegenden gleich starker Druck eines Körpers in einem leeren Raume, oder was ist eine anziehende, eine fortstoßende Kraft? oder wie gehet es denn damit zu? so gestehe ich ganz gerne, ich weis es nicht: und wenn andere Liebhaber dieser Sätze, nach reifer Ueberlegung der Sache, offenherzig gestehen wollten, was sie sich dabey gedächten; so würden sie im Grunde nichts anders sagen, als was ein gewisser gelehrter Apotheker von manchen Dingen zu sagen gewohnt war: es ist wohl so etwas, aber es ist nichts. Kurz, mit der Vernunft lassen sich diese Sätze nicht begreifen.

Es ist dieses, nämlich daß uns hier am Ende der Begriff noch dunkel bleibet, nicht ein Gedanke, den ich allein aus besonderem Eigensinne behauptete; nein, die größten Denker in der Naturlehre bekennen, daß wir am Ende auf solche Sätze kommen, in welchen ein gewisses, ich will nicht sagen, ich weis nicht was, sondern vielmehr ein gewisses, jedermann weis nicht was, stecket. Unter vielen solcher Sätze will ich nur einen einzigen zum Beyspiel anführen. Wer kann wohl auf eine überzeugende Art einsehen, wie ein Körper, der in Ruhe ist,

einen

einen andern von gleicher Masse mit ihm, von dem er senkrecht angestoßen wird, allemal völlig widerstehen könne, der anstoßende Körper möge vor dem Stoße eine Geschwindigkeit gehabt haben, welche er wollte. Die Erfahrung zeiget, daß es so ist: aber warum? das ist eine andere Frage. Indessen ist der größte Theil der Menschen damit zu frieden, wenn man ihnen diese Frage also beantwortet, es hange von der Faulkraft (vi inertiae) ab. Hier haben wir in der Beantwortung etwas gesagt, das wir so wenig, als der Fragende verstehen; indessen ist dieser doch zu frieden, weil wir seine Frage nicht unbeantwortet gelassen haben. Es ist eben, wie wenn bisweilen der Arzt bey einem Kranken die Frage beantwortet, warum muß ich denn so grausame Schmerzen ausstehen? und man antwortet ihm: das machen die Dolores. Oder, warum macht denn das Opium schlafend? quia inest vis dormitatiua. Tausend solche Fälle kommen im gemeinen Leben vor, die alle auf ähnliche Art beantwortet werden, die ich aber der Kürze wegen weglasse, da sie doch alle unter dem weisen Ausspruche begriffen sind: ein Narr kann mehr fragen, als tausend gescheute Leuthe zu beantworten im Stande sind.

Es fällt mir schwehr zu gedenken, daß Gott Eigenschaften in die Körper gelegt haben sollte, die der Mensch, der täglich mit Körpern umgehet, und mit denen er in einer beständigen Verbindung stehet, nicht endlich einmal völlig

bis auf die ersten Ursachen sollte ergründen können. Ich komme daher nothwendig auf den Verdacht, es müsse die Art, wie wir aus den Wirkungen der Körper, die uns in die Sinne fallen, auf die wirkenden Ursachen zu schliessen gewohnt sind, und wie wir die Gründe zu erforschen suchen, nicht die rechte Art seyn. Ich will daher die Art, wonach wir zu handeln pflegen, um die Gründe der Wirkungen der Körper zu erforschen, hier ein wenig untersuchen. Wir begehen, wie ich glaube, durchgängig einen Fehler auf folgende Art. Wir fangen von der Erfahrung an, weil wir bey derselben die Wahrheit mit Händen zu greiffen glauben. Dieses ist schon ganz gut; allein ich habe hier Lust auf gut Pilatisch zu fragen: was ist Wahrheit? was ist Erfahrung? So bald wir nämlich nicht alle Umstände, die bey einer Erfahrung vorkommen, auf das sorgfältigste anmerken, und uns doch erkühnen, von Erfahrung zu sprechen, so bald haben wir — was denn? eine Erfahrung? Im geringsten nicht; eine Uebereilung haben wir: und die Schlüsse, die wir aus der vermeynten Erfahrung ziehen, sind Fehlern unterworfen. Wie leicht entwischet uns aber nicht ein Umstand, der, wenn wir ihn in Erwägung gezogen hätten, uns eine ganz andere Vorstellung von der Sache würde gemacht haben. Z. E. alle Körper, die zu unserer Erde gehören, sind schwehr, d. i. sie drücken beständig gegen den Mittelpunkt der Erde; eine unläugbare Erfahrung,

die

die fast alle Menschen wissen. Allein wie viele wissen denn auch, daß sich unsere Erde beständig um ihre Axe drehet, und zugleich in der Ecliptik bewegt wird, und daß diese Bewegungen in dem Aether, als einem zarten flüßigen Wesen, geschehen. Ja die dieses auch wissen, denken gewiß nicht daran, daß die Ursach der Schwehre darinnen liege; und doch würde ohne diese Umstände die Schwehre aller Körper hinweg fallen. Schon dieser einzige Gedanke, den die Erfahrung bey allen Körpern auf unserer Erde bestätiget, nämlich daß sie alle schwehr sind, bringt uns auf viele unrichtige Meynungen: denn viele behaupten, alle Körper, auch die, die nicht zu unserer Erde gehören, wären schwehr, und zwar behauptet man dieses wenigstens von allen Planeten, die zu unserem Sonnensystem gehören. Diese schwehren Planeten sollen aber nicht eben gegen unsere Erde schwehr seyn, sondern gegen einen Punkt, der nicht weit von der Sonne ist. Ein Punkt also, der sich nicht im geringsten von allen andern Punkten unterscheidet, soll die wundersame Eigenschaft haben, daß er alle Planeten, die meistentheils etliche hunderttausend Meilen von ihm abstehen, so zu sagen an sich ziehet, ein mir unbegreiflicher Gedanke. Kurz so könnte ich einen ganzen Quartanten anfüllen, wenn ich alle mir unbegreifliche Meynungen, die eben so sind, wie diese, erzählen wollte.

Man wolle ja nicht denken, als wäre mein Vorsatz andere gelehrte Männer zu verachten, oder dadurch, daß ich ihre Meynungen widerlegen wollte, ihnen ihren Ruhm zu entziehen, und mir dadurch einigen zu erwerben. Niemals wird jemand dergleichen Denkungsart bey mir wahrgenommen haben: ich schätze jeden, der seinem Fache nur einigermaaßen gewachsen ist, und der seine Meynung auf eine wahrscheinliche Weise vorträgt, hoch, ob ich gleich öfters ganz verschiedener Meynung bin. Gesetzt, andere Gelehrte hätten geirret, und einer würde durch diese Irrungen auf einen sicheren Weg geführet; so ist er diesen aus dem Grunde Dank schuldig, weil er ohne sie, als Vorgängern, selbst gewiß nicht auf den rechten Weg gekommen wäre. Denn durch Schaden wird man klug; und selten wird das Ziel aufs erstemal getroffen. Es darf daher einer, von dessen Meynung ich sage, sie sey unrichtig, oder nicht wahr, nicht argwohnen, daß ich ihn dadurch für einen Unwissenden erklärte. Nein, er erkennet die Sache, von der er redet, gewiß als eine wenigstens scheinbare Wahrheit, und wenn jemand irret; so geschiehet es aus dem Grunde, weil die Sache, von der er handelt, so versteckt ist. Und wir mögen so weit sehen, als wir nach unsern Kräften können; so sind, und bleiben wir Menschen, und können uns sehr leicht irren: ja vielleicht irret jeder gewissermaaßen, nur immer auf eine andere Art. Weil doch aber mancher einen

Wi-

Widerspruch als eine Beleidigung ansehen mögte; so nenne ich um deßwillen keinen Menschen, und ich bekümmere mich auch wenig darum, wer dieses oder jenes behauptet habe. Ja ich gestehe, ich weis es selbst öfters nicht, wer diesen oder jenen Gedanken habe, oder von wem er ursprünglich herkomme. So viel weis ich aber, daß diejenigen Sätze, die ich öfters für unrichtig erkläre, jetzo fast allgemein für wahr und richtig angenommen werden. Ich weis dabey wohl, wie schwehr es hält, Sätze, die einmal allgemein angenommen sind, zu bestreiten: allein ich glaube ihnen nicht schwache Gründe entgegen zu setzen, und halte daher für meine Schuldigkeit, meine geringen Gedanken dem Publicum zur Beurtheilung vorzulegen.

Ueberhaupt muß ich sagen, daß ich nicht vermuthe, von wahrhaftig denkenden Männern unangenehmen Widerspruch zu bekommen. Mit einem solchen aber über die wichtigsten Gegenstände aus der Naturlehre zu streiten, seine mir entgegengesetzten Zweifelsgründe mit aller Bescheidenheit, und mit allen Merkmalen der Hochachtung zu beantworten, das würde nicht nur mir Vortheil, Ehre und Vergnügen bringen, sondern die Wahrheit selbst würde allezeit dabey gewinnen. Aber kleine Geister, die wohl in ihrem Leben wenig oder nichts Zusammenhangendes gedacht, oder höchstens nur hinterher gedacht haben, was andere vor ihnen dachten, diese kann man gar

leicht

leicht zu Widersachern bekommen: mit diesen aber sich in Streitigkeiten einzulassen, ist nicht rathsam, nicht vortheilhaft fürs Publicum, und auch unangenehm. Diese Herren geben sich insgemein ein sehr gelehrtes Ansehen, sie wissen eine Menge großer Gelehrten bey Nahmen zu nennen, hinter deren Ansehen in der gelehrten Welt sie sich verstecken, daß man meynen sollte, selbst die Seele eines großen Gelehrten wäre in ihr Körperchen gefahren. Allein, man darf nur, was sie sagen, oder glauben, ein wenig prüfen; so wird man gleich inne, daß sie die Gedanken der Gelehrten weder verstehen, noch recht anzuwenden wissen. Eine Probe von der Art hat der Recensent meiner Schrift von den Ursachen der Bewegung der Planeten ꝛc. in dem ersten Stücke der Hamburgischen Monathlichen Beyträge von gelehrten Sachen im Jahre 1773. abgelegt. Ich werde bald mehr von diesem feinen Manne sagen; einmal für allemal, verstehet sich. Es ist unter den Gelehrten eine Manier entstanden, einen Satz für richtig oder falsch zu erklären, welche sehr verhinderlich ist, recht hinter die Wahrheit zu kommen. Es hat nämlich von je her große Denker in verschiedenen Wissenschaften gegeben; diese haben einige Sätze als allgemein richtig vorgetragen. Bringt nun jemand ein Urtheil zum Vorschein, das etwan das Ansehen hat, als stritte es wider einen der allgemeinen Sätze eines großen Gelehrten, der in der Steuer gilt; so muß der

neu

.eu vorgetragene Satz schon unrichtig seyn, weil er jenem widerspricht. Mich deucht, dieses heißet das Ansehen eines grosen Gelehrten mißbrauchen, indem öfters die Wahrheit dadurch unterdrückt werden kann. Denn erstlich ist der größte Gelehrte doch so gut ein Mensch gewesen, als ein anderer, und als Mensch kann er eben so wohl gefehlt haben, obgleich der Fehler bisweilen sehr verborgen liegen mag. Zweytens haben öfters zween Sätze das Ansehen, als widerstritten sie einander, da es doch, wenn wir die Sache recht zergliedern, und die Umstände genau prüfen, unter welchen jeder behauptet wird, in der That nicht ist. Wir begehen also, wenn wir Sätze durch das Ansehn eines Newtons, als eines jetzigen Abgotts in der Naturlehre, bestreiten wollen, eben den Fehler, den die Alten beginnen, wenn sie durch das Ansehen des Aristoteles ihre Sätze behaupten wollten. Nein, wenn man die Unrichtigkeit eines Satzes darthun will, so muß man einen Fehler, der im Schließen gemacht worden ist, zeigen; das Ansehen eines andern beweiset nichts. Und auf diese Art wünsche ich auch, daß man mit meinen Sätzen verfahre, wenn jemand eines und das andere als unrichtig zu finden glauben sollte. Man verschone mich also, wenn ich bitten darf, mit einem Aristotelisirten Newton, oder mit einem andern: er hats gesagt. Mit Vergnügen werde ich, wenn die gehörige Bescheidenheit gebraucht wird, entweder meine Sätze

auch

auch mit Bescheidenheit vertheidigen, oder einen von mir begangenen Fehler, wenn ich überwiesen bin, eingestehen, und zu verbessern suchen. Moquerien kann ich nicht wohl vertragen, weil ich sie zu nichts zu brauchen weiß, und da sie Thorheiten in der Geisterwelt sind, keine Erscheinungen in der Körperwelt dadurch erklären kann. Viel lieber sehe ich es, wenn mir gerade heraus gesagt wird, hier oder da hätte ich aus dem und dem Grunde gefehlt.

Ich komme wieder zur Sache. Man hat besonders einen Gedanken, der Anlaß zu einer ganz unrichtigen Denkungsart giebt. Z. E. man saget, derjenige Künstler müsse doch wohl vollkommener seyn, als ein anderer, der ein Uhrwerk verfertigen könne, das, wenn es fertig ist, ohne ferneres Zuthun des Künstlers in einem fort seine Wirkung verrichte, da der andere immer sein Werk in Bewegung setzen, und erhalten müsse. Ein Gedanke, der einen sehr leicht hinreißen kann; worinnen aber eine völlige Unmöglichkeit verborgen lieget. Denn erstlich fragt sich, wo ist denn der Künstler, der eine solche Maschine, die ohne sein ferneres Zuthun sich beständig bewegen, d. i. ein perpetuum mobile machen kann? Versuche genug; aber kein Erfolg. Gesetzt auch, ein Künstler könne dieses, so hat er doch auf der Welt schon Körper, die beständig zur Bewegung streben, von denen ich aber beweisen kann, daß sie am Ende von Gott in Bewegung erhalten werden. Der Künstler thut also

weiter nichts, als daß er die in Bewegung begriffenen Körper zu seinem Endzwecke gehörig leitet; er lässet also durch einen andern größeren Künstler, dem Zuschauer unvermerkt, die Maschine in Bewegung unterhalten. Eine solche Maschine, die ohne äußerliche Kraft getrieben würde, ist also an sich betrachtet, unmöglich. Ja wir Menschen selbst sind wohl solche Maschinen, deren Leben und Bewegung von Gott unterhalten werden muß. Indem wir uns also von Gott eine größere Vollkommenheit vorstellig machen wollen, wenn wir behaupten, er könne in der Schöpfung den Körpern gewisse Eigenschaften beygelegt haben, die sie hernach in alle Ewigkeit beybehielten, entziehen wir ihm einen Theil der Hochachtung, die wir ihm schuldig sind. Denn ich glaube ganz gewiß, jedermann wird für denjenigen größere Hochachtung haben, durch dessen Kraft, Vorsorge und Beyhülfe er nicht nur entstanden ist, sondern auch unterhalten wird, als für denjenigen, dem er zwar sein Daseyn zu danken habe, der aber übrigens zu seiner Erhaltung nichts beytrüge. Kurz, ein Körper hat an sich betrachtet keine Eigenschaft weiter, als die Undurchdringlichkeit seiner Theile: alle übrige Eigenschaften, die blos in Beziehung auf unsere Sinne verschieden sind, hangen von der Verbindung der Dinge unter einander ab; und diese Verbindung der Dinge muß nothwendig von Gott immer unterhalten werden, d. i. Gott muß beständig in die Welt wirken.

Ein Gedanke, den ich, wie ich glaube, unumstößlich beweise.

Aus diesem Grunde bemühe ich mich in gegenwärtigem Werkchen die allgemeinen Eigenschaften der Körper auf eine faßliche Art herzuleiten. Ich muß also nothwendig erst zeigen, was ist möglich? alsdenn, unter welchen Umständen sind die Möglichkeiten wirklich? Hierzu wäre nun hauptsächlich nöthig gewesen, Metaphysik zu treiben: ich muß aber bekennen, daß ich in meiner Jugend nicht genug Aufmerksamkeit darauf gerichtet habe. Unterdessen kann dieses vielleicht dazu gut seyn, daß ich, unbehaftet, vor mancher Hypothese glücklich vorüber gegangen bin, wovon doch wahrscheinlich die Methaphysik nicht rein seyn dürfte. Indessen habe ich nachher durch eigenes Nachlesen, und eine freye Denkungsart, so viel aus dieser Wissenschaft erlernet, daß ich die zur Naturlehre nöthigen Sätze, zu meinem Nutzen habe anwenden können, ohne mich um das übrige viel zu bekümmern.

Wenn jemand einen deutlichen Begriff von einer Orgel haben wollte, so müßte er sich nothwendig die Verbindung aller Theile, die dieses künstliche Werk zusammen genommen ausmachen, zeigen lassen: alsdenn könnte er sich erst eine deutliche Vorstellung machen, wie durch Hülfe des Balkentreters und des Orgelspielers, die Thöne hervor kämen. Eben so verfahre ich auch in der Behandlung der Naturlehre. Ich zeige erst, was unter den und

den

den Umständen möglich sey? alsdenn zeige ich die Verbindung der Dinge; und nun schließe ich: weil die Erfahrung so und so die Erscheinungen an Körpern zeiget; so müssen sie unter den und den Umständen geschehen, oder Folgen von einer solchen Verbindung der Dinge, die die Welt ausmachen, seyn, nicht aber Eigenschaften, die den Körpern blos als Körpern betrachtet, zukommen.

Eine kleine Erinnerung wegen der Hypothesen muß ich nothwendig noch machen. Viele sinnreiche Köpfe bemühen sich bisweilen, Begebenheiten in der Natur, davon die Ursachen nicht gleich am Tage liegen, auf solche Art zu erklären, daß sie gewisse Umstände erdichten, die mit andern bekannten Umständen eine Aehnlichkeit haben. Sie zeigen bisweilen viel Witz in der Anwendung ihres erdichteten Satzes; so daß es öfters ein Vergnügen ist, dergleichen Abhandlungen zu lesen. Kommen nun gewisse Leute, die nicht einsehen können, worinnen das Erdichtete liegt, hinter dergleichen Schriften; so glauben sie, die Sache verhalte sich wirklich also, wie sie von dem ersten Erfinder des witzigen Gedanken ist vorgetragen worden, zumal wenn sie durch eine blühende Schreibart des Verfassers, mit welcher, wie man sagen will, gewisse Schriftsteller unserer schönen Zeiten Wunderdinge thun, unvermerkt sind berückt worden. Dergleichen Leute bauen öfters ganze Theorien auf solche Hypothesen, und daraus entstehet, ehe man es sich versiehet, ein Buch

von lauter schönen Hirngespinsten, die der Naturlehre mehr schädlich, als nützlich sind. Ueber dieses muß ja bey jeder Hypothese erst die Möglichkeit derselben gezeigt werden, wenn sie einen Beweis von einer Begebenheit abgeben soll; außerdem ist damit nichts bewiesen. Z. E. Wenn man auf der Gasse gehet, und siehet, daß der Staub oder kleine Stückchen Papier oder Federchen immer in einem Kreise herum laufen, und ich sollte erklären, wie das zugehe? Wenn ich da sagte, innerhalb den Kreisen in der Mitte wäre ein Punkt, der hätte eine anziehende Kraft, der Wind hätte aber diese andern Körper nach einer andern Gegend angestoßen, darum würden nun die Körper von den Centralkräften, nämlich der vi centrifuga und centripeta getrieben, einen Kreiß zu durchlaufen: so hätte ich mit vielen gelehrten Ausdrücken wenig oder nichts gesagt; denn der, dem ich diese Erklärung gegeben hätte, könnte wohl eben so wenig, wie ich, einsehen, woher der Mittelpunkt, der in nichts von andern Punkten unterschieden ist, die anziehende Kraft bekommen hätte, oder was die anziehende Kraft wäre. Sage ich aber, die Luft bewege sich hier in einem Kreise, und reiße diese Körper nach ihrer Bewegung mit fort; so wird jeder mit der Erklärung zufrieden seyn, weil er nun von der Ursach dieser Erscheinung sich eine deutliche Vorstellung machen kann. Ich habe mir daher alle Mühe gegeben, auch die schwehresten Sätze auf solche Art aus einander zu setzen

und

und vorzutragen, daß sie leicht zu begreifen sind. Ich behandle demnach die ganze Lehre von der Bewegung als den Grund, worauf sich die gesammte Naturlehre stützen muß, nach folgender Ordnung. Im ersten Hauptstücke handle ich von der Bewegung an sich, und den damit verknüpften Umständen. Im zweyten Hauptstücke betrachte ich die Kraft, besonders in einem leeren Raume. Ich finde da die Fälle viel anders, als man sie gemeiniglich abzuhandeln pfleget. Das dritte Haupstück ist der Bestimmung der Kraft durch Hülfe flüßiger Wesen gewidmet. Hier finde ich die Fälle so, wie sie die Erfahrung bey unsern Körpern bestätiget, und schließe, daß auf solche Weise alle Erscheinungen, die die Körper auf unserer Erde machen, durch den Druck des Aethers bestimmt sind. Der Druck des Aethers muß aber nothwendig unmittelbar von Gott bewirket werden. Ich entscheide hier die Streitigkeit zwischen Herrn von Maupertuis und Herrn König von der größten und kleinsten Wirkung. Das vierte Hauptstück enthält die Beurtheilung der Größe der Kräfte bey senkrechtem Zusammenstoßen der Körper in einem flüßigen Wesen. Hier gebe ich eine ganz neue Regel, wie man bey der Berechnung in diesen Fällen zu verfahren habe; ich widerlege auch einige Sätze. Das fünfte Hauptstück zeigt die Bewegung mit zusammengesetzter Kraft: auch hier bestimme ich verschiedene Sätze anders, als sie von andern Naturlehrern bestimmet wer-

den. Das sechste Hauptstück begreift die Erscheinungen, welche die Körper, durch die Bewegung eines flüßigen Wesens getrieben, unter verschiedenen Umständen zeigen müssen. Hier thue ich dar, daß die meisten Erscheinungen der Körper so sind, und seyn müssen, wie sie die schweren Körper machen; auch woher der Mittelpunkt der Schwehre entstehet, und daß alle Körper, wenn sie nicht gegen ihren Mittelpunkt angestoßen werden, nebst einer Bewegung nach einer Gegend, sich um ihren Mittelpunkt der Schwehre drehen müssen. Das siebente Hauptstück handelt von der Welt, wobey ich nebst einer kurzgefaßten allgemeinen Beschreibung des Ganzen, aus dem Sehen beweise, es müsse der ganze Weltraum mit einem zarten flüßigen Wesen, das wir Aether nennen, angefüllet seyn. Ich gehe alsdenn die Beschreibung unseres Sonnensystems kürzlich durch. Weil man nun aus der ganzen Abhandlung muß eingesehen haben, daß alle Bewegungen der Körper von dem Aether bestimmet werden; so verweise ich den geneigten Leser auf die im Jahr 1772 von mir herausgegebene Abhandlung von den Ursachen der Bewegung der Planeten, der Schwehre, und des Zusammenhangens der Körper, welche Abhandlung nun als der zweyte Theil von dieser Abhandlung kann angesehen werden, indem wir daraus die Gründe von den zwo hauptsächlichsten Eigenschaften, der zu unserer Erde gehörigen Körper, einsehen lernen. Ich wundre mich

da-

daher gar nicht, wenn man etwan meiner daselbst abgehandelten Theorie nicht hat beypflichten wollen, indem man nach jetziger Denkungsart gewohnt ist, die Wirkungen der Körper aus Gründen zu erklären, die von einer innerlichen Kraft derselben abhingen. Vielleicht aber wird man durch gegenwärtige Abhandlung überzeugt, daß alle Bestimmungen von äußerlichen Umständen kommen.

Hier muß ich wegen der Recensionen, die ich über jenen Traktat erhalten habe, eine kleine Erinnerung machen. Ich habe deren viere nach und nach zu lesen das Glück gehabt, die erste nämlich in den Göttingischen Anzeigen von gelehrten Sachen, 140 Stück den 23 November 1771. Seit. 1200. f. die zweyte in den Erfurtischen gelehrten Zeitungen 61 St. Donnerstag den 30. Jul. 1772. die dritte in den Hamburgischen Monathlichen Beyträgen von gelehrten Sachen, erstem Stücke im Januar 1773, und die vierte in der Berliner allgemeinen deutschen Bibliotheck, im ersten Stücke des 19 Bandes 1773. Seit. 271. Die zwo ersten und die letzte Recension sind mit Vernunft abgefasset; ich halte also auch für meine Schuldigkeit dieselben mit gehöriger Bescheidenheit zu beantworten, da ich etwas zu sagen habe. Dem Hamburger Recensenten aber, der die erforderliche Bescheidenheit bey Seite gesetzt hat, gebühret eigentlich gar keine Antwort; blos um denjenigen, die sich etwan von ihm mögten haben überraschen lassen, seine

Schwäche zu entdecken, werde ich sie doch nicht ganz mit Stillschweigen übergehen.

Was die Göttinger Recension betrift; so habe ich aus derselben ersehen, daß der sehr gelehrte Herr Recensent mit der größten Aufmerksamkeit meine Schrift müsse gelesen haben, und seine Einwendungen haben alle guten Grund; dem ohnerachtet aber getraue ich mir sie zu beantworten. Die erste Einwendung betrift meinen Versuch mit dem Querl, welcher das Wasser in eine schneckenförmige Bewegung setzt. Hier schließet der Herr Recensent, weil meine Berechnungen nicht aufs allergenaueste mit der Keplerischen Regel überein treffen, so könnte ich das Drehen der Sonne in dem Aether nicht mit dem Drehen des Querls in dem Wasser vergleichen. Ich versichere aber, so bald man die von mir §. 42. angeführten Fehler vermeiden, und die gehörigen Behutsamkeiten bey dem anzustellenden Versuche beobachten wird, daß dann die Keplerische Regel aufs genaueste zutreffen werde. Nur kann ich auf meine Kosten den Versuch nicht so anstellen: denn wenn der Querl durch ein Uhrwerk in gleichförmiger Geschwindigkeit sollte erhalten werden; so könnte dieses leicht auf einige 30 Thaler zu stehen kommen. Das Uhrwerk will ich wohl leicht angeben; aber nicht die 30 Thaler Kosten; diese sind für den Liebhaber.

Die zweyte Erinnerung wegen der Bedeutung des Wortes Aequator beantworte ich also.

Ich

Ich stelle mir vor, die Axe der Erde stehe mit der Axe der Sonne parallel, und in diesem Falle wird allemal, so oft die Sonne im Aequator der Erde stehet, auch die Erde im Aequator der Sonne stehen. Ich kann daher das Wort Aequator unter der Bedeutung gebrauchen, ohne eine genauere Bestimmung. Ich gestehe aber doch, daß ich hier gefehlet habe. Was drittens die Haupteinwendung betrift, wo mir von dem Herrn Recensenten gezeigt wird, ich habe wider die Beobachtungen gefehlet, indem ich sage, der größte Durchmesser der Erdbahn sey da, wo Tag und Nacht sind, (soll wohl heißen, wo Tag und Nacht gleich sind); der kleinste, wenn die Erde in den Wendezirkeln ist; so gestehe ich gerne, ich habe hier gefehlet, und besonders hat mich zu diesem Fehler eine Figur in einer gewissen Physik verleitet. Allein dieser Fehler macht noch nicht, daß der Hauptgedanke unrichtig wird, wie ich bald zeigen will. Jetzt will ich nur einen flüchtigen Gedanken anbringen, der doch aber bey Beurtheilung des Weltgebäudes viel sagen will. Nicht wahr? wenn wir aus den Beobachtungen berechnen, die Sonne stehe uns nahe; so geschiehet es aus dem Grunde, weil wir den Durchmesser der Sonne alsdenn größer als ein andermal sehen. Allein die Erfahrung zeigt doch auch, daß uns Sonne und Mond nahe am Horizonte größer erscheinen, als nahe beym Zenit: daß diese Erscheinung von der Refraktion in unserer Luft

abhanget, ist ausgemacht. Ja ich glaube, wir dürften von Rechtswegen auch im Zenit die Refraktion nicht ganz außer Acht lassen. Ob aber die Ursach und die Gesetze der Refraktion so richtig behandelt sind, als es möglich wäre, das ist eine Frage. Die beste Abhandlung von dieser Materie habe ich in J. Lambert Merkwürdigsten Eigenschaften der Bahn des Lichts durch die Luft ꝛc. gelesen: allein hieraus kann ich noch nicht sagen, was ein Lichtstrahl sey? oder warum die Körper auf dem Horizonte größer, als im Zenit erscheinen, ob sie gleich in einem Falle nicht weiter von uns entfernet sind, als im andern. Diese Erfahrung nun, daß die Sonne und der Mond näher am Horizonte größer erscheinen, als näher bey dem Zenit, bringt mich auf den Gedanken, es könne wohl die Refraktion in unserer Luft Schuld seyn, daß wir schließen, die Sonne stehe uns im Winter näher, als im Sommer, weil wir im Winter die Sonne näher am Horizonte sehen, als im Sommer, auch in ihrer größten Mittagshöhe. Wollte man mich von der Unrichtigkeit dieses Gedanken überführen; so würde man mir darthun müssen, daß zu einerley Zeit, an einem Orte auf unserer Erde, der eben so weit jenseits des Aequators unserer Erde gelegen wäre, als einer, der disseits liegt, Beobachtungen wären angestellt worden, und aus den Beobachtungen die Entfernung der Sonne von unserer Erde gleich groß wäre gefunden worden. Außerdem glaube ich, der Beobachter auf der Mittagsseite unserer Erde würde in einerley Zeit die Sonne am nächsten bey sich zu sehen glauben, da der andere, welcher auf der Mitternachtseite seine Beobachtungen anstellete, glauben würde, die Sonne sey zu eben der Zeit am weitesten von ihm und unserer ganzen Erde entfernet. Der eine hat aber auch Winter, da der andere Sommer hat. Sollte nun diese Erscheinung von der Refraktion des Strahls in unserer Luft herrühren, wie ich sehr geneigt bin zu glauben; so

mögte wohl die elliptische Bahn unserer Erde als eine Folge von jenen Erscheinungen auch nur ihren Grund in der Refraktion haben, und könnte alsdenn die Bahn der Erde, (ja vielleicht auch der übrigen Planeten,) ein völliger Zirkel seyn. Alsdenn hätte ich zwar gefehlt; die Schlüße der astronomischen Beobachter wären aber auch nicht völlig richtig. Ich muß nur noch dieses erinnern. Gesetzt, ich habe in diesem Punkte gefehlt; so kann dieser Fehler erstlich gar leicht, meiner Theorie unbeschadet, abgeändert werden: denn der Hauptgedanke bleibt dem ohngeachtet richtig, nämlich, ich habe gezeigt, die Fliehkraft der Planeten habe ihren Grund in dem Drehen der Sonne, und der dadurch entstandenen Wirbelbewegung des Aethers; die Senkungskraft aber hat ihren Grund in dem größeren Widerstande des Aethers, der vermöge des Drehens und der fortschreitenden Bewegung eines jeden Planeten zugleich auf dem vierten Theile entstehen muß. Ich gebe zu, daß meine Theorie, und besonders die Keplerische Regel wider die Newtonischen Gesetze ist. (Princ II. B. 51. Satz.) Allein Newtons Sätze sind mathematisch richtige Berechnungen, die auf mathematische Hypothesen sich gründen: ich glaube aber nicht, daß die Gesetze der Natur sich nach den mathematischen Hypothesen richten müssen, sondern wir müssen wohl vielmehr unsere mathematischen Hypothesen, und die darauf gegründeten Berechnungen nach den Erfahrungen, die uns die Natur zeiget, einrichten, wenn wir die Begebenheiten der Natur dadurch erläutern wollen. Obgleich Newton zu Ende des Corol. 6. Prop. LI. saget, quae omnia in aqua profunda stagnante experiri licet; so weis ich doch niemanden, der diese Versuche angestellt, und sie mit Newtons Sätzen ganz übereinstimmend gefunden hätte. Wird man mir durch Versuche Newtons hierher gehörige Sätze bestätiget zeigen; so bin ich erböthig, meine Theorie von der Bewegung der Planeten, weil sie

jenen

jenen Gesetzen zuwider seyn sollte, gänzlich zu widerrufen. Wo nicht; so bleibt meine Theorie im Grunde richtig, und ich bessere sie nur nach und nach aus: denn keine Erfindung ist gleich vom ersten Anfange vollkommen. Bey Gelegenheit mögte ich wohl einmal diese Materien von den kreisförmigen Bewegungen flüßiger Wesen mathematisch und weitläuftiger behandeln.

Ich hätte sehr gewünscht, daß der Göttinger Herr Recensent auch die von mir vorgetragene Ursach der Schwehre und des Zusammenhangens möchte beurtheilet haben: denn dergleichen Beurtheilungen von so einsichtsvollen Männern sind immer für einen Schriftsteller lehrreich, indem sie ihm Gelegenheit geben, die Materien desto besser zu überdenken.

Der Erfurther Herr Recensent hat mich seines Beyfalls zu meiner Aufmunterung versichert. Die wenigen angebrachten Fragen aber mögten wohl nicht aus meiner Abhandlung zu beantworten seyn.

Der Recensent in der allgemeinen deutschen Bibliothek beliebt mir kürzlich alles Glück bey meiner Erfindung abzusprechen, und dieses darum, weil alle seit Cartesius Zeiten in diesem Stücke gemachte Versuche verunglückt sind: ein Grund, welcher die völlige Evidenz nicht zu haben scheinet. Uebrigens sagt er, mein Versuch sey weder ganz neu, noch werde er, wie gesagt, vielen Beyfall erhalten. Was das erste anbetrift, so ist mir wohlbekannt, daß mehrere vor mir von einer Wirbelbewegung eines flüßigen Wesens gehandelt haben: aber gewiß hat keiner die Ursach der Senkungskraft, so wie ich angegeben, indem alle dieselbe bey einer Wirbelbewegung als überflüßig angesehn haben; sie ist es aber nicht. Haben sie aber auch diese Bewegung so bewiesen, wie ich? oder die Gründe so angegeben? wenigstens ist es mir unbekannt. Ihm beliebt überhaupt die Gegenwart des Aethers zu leugnen, und den Aether den physischen Scherwenzel zu nennen. Ich mögte mir aber nur

von

von ihm einen Beweis von der Möglichkeit des Sehens entfernter Dinge in einem leeren Raume ausbitten. Wenn dieser ohne Widerspruch könnte geführet werden; so würde ich gern von meiner Theorie abstehen. Aber die Erklärungen natürlicher Begebenheiten ohne Aether sind, ich muß es gestehen, lauter Hirngespinste. Will vielleicht der Herrr Recensent die flüßige Hülfsmaterie anders nennen, als Aether; so verschlägt dieses nichts, genug, ein flüßiges Wesen im Weltraume muß da seyn. Und ist dieses da; so muß es nothwendig die Bewegungen der Planeten, die in ihm geschehen, bestimmen. Der Herr Recensent rückt mir vor, ich hätte mich in den Eulerischen Schriften besser umsehen sollen; so würde ich nicht nur von den seitwärts gehenden Richtungen solcher Bewegungen, wie ich beym Balle gefunden habe, sondern auch den Widerstand des Aethers und dessen Wirkung in Absicht auf den Radlauf der Planeten als schon längst behandelte Sachen, gefunden haben. Hier muß ich bekennen, ich habe zwar verschiedene Abhandlungen aus den Eulerischen Schriften, die ich sehr hoch schätze, gelesen; aber gerade diese nicht, wo er von der seitwärts gehenden Bewegung handelt. Ich wollte aber wohl etwas drauf verwetten, der Herr Recensent hat entweder Herr Eulern, oder mich nicht verstanden, und wir reden vielleicht von ganz verschiedenen Sachen, jener von der seitwärts gehenden Bewegung der Punkte in der Fläche des Körpers, der, indem er sich um seine Axe drehet, fort bewegt wird; ich von der krumlinigten Bewegung des Mittelpunktes. Aus den Worten des Recensenten muß ich vermuthen, daß er sich ein Drehen eines freyen Körpers um eine andere Axe, als worinnen der Mittelpunkt der Schwehre liegt, als möglich gedenken kann. Hier muß ich freundschaftlich bitten, wenn ihm ein solcher Fall einmal vorkömmt, mir Nachricht davon zu geben: denn ich mag gern von Sachen, die ich für unmög-

möglich halte, mich durch die Erfahrung überführen lassen. Meine Rechnungen, die dem Herrn R. zu lang sind, (denn sie nehmen bald einen Bogen ein,) und wie er saget, viel überflüßiges enthalten, hat er sich die Mühe genommen zu dechifriren. Dieser Ausdruck kann schwerlich gut gewählt seyn, aus der Ursach, weil in meinen Berechnungen nichts versteckt ist. Ueberhaupt sind die Berechnungen in meinem Traktate nicht angeführt, um die Himmels begebenheiten daraus richtiger zu bestimmen, als sie von andern sind bestimmt worden. Nein, mein Endzweck ist nur, die Anwendung meiner Theorie zu zeigen, und dieselbe in einem kurzen Zusammenhange wiederholt zu übersehen. Wie konnte sich aber der Recensent beygehen lassen, zu sagen, daß eine Wirkung sich mehr nach dem Quadrate der Geschwindigkeit richte: es sind nur wenige specielle Fälle in der Natur, wo dieses geschiehet: und wenn wir wahr reden wollen; so müssen wir die Nebenumstände dabey mit anzeigen. Von der verschiedenen Dichtigkeit der Planeten, wird er wohl wenig Wahres sagen können. Das gestehe ich aber wohl ein, wenn man das Umwälzen der Planeten aus meinen angegebenen Ursachen genau berechnen wollte, daß man die Dichtigkeiten der Athmosphären der Planeten mit in Erwägung ziehen müsse; aber wer kann diese wohl richtig und genau bestimmen? Ich glaube nicht, daß der verschiedene Abstand eines Planeten von der Sonne bey den Ursachen, die ich von dem Umwälzen um die Axen angegeben habe, in der Länge des Tages einen so großen Verschlag machen könne, wie es sich der Herr R. vorstellet: der §. 119. wird, wie ich glaube, diesen Gedanken bestätigen.

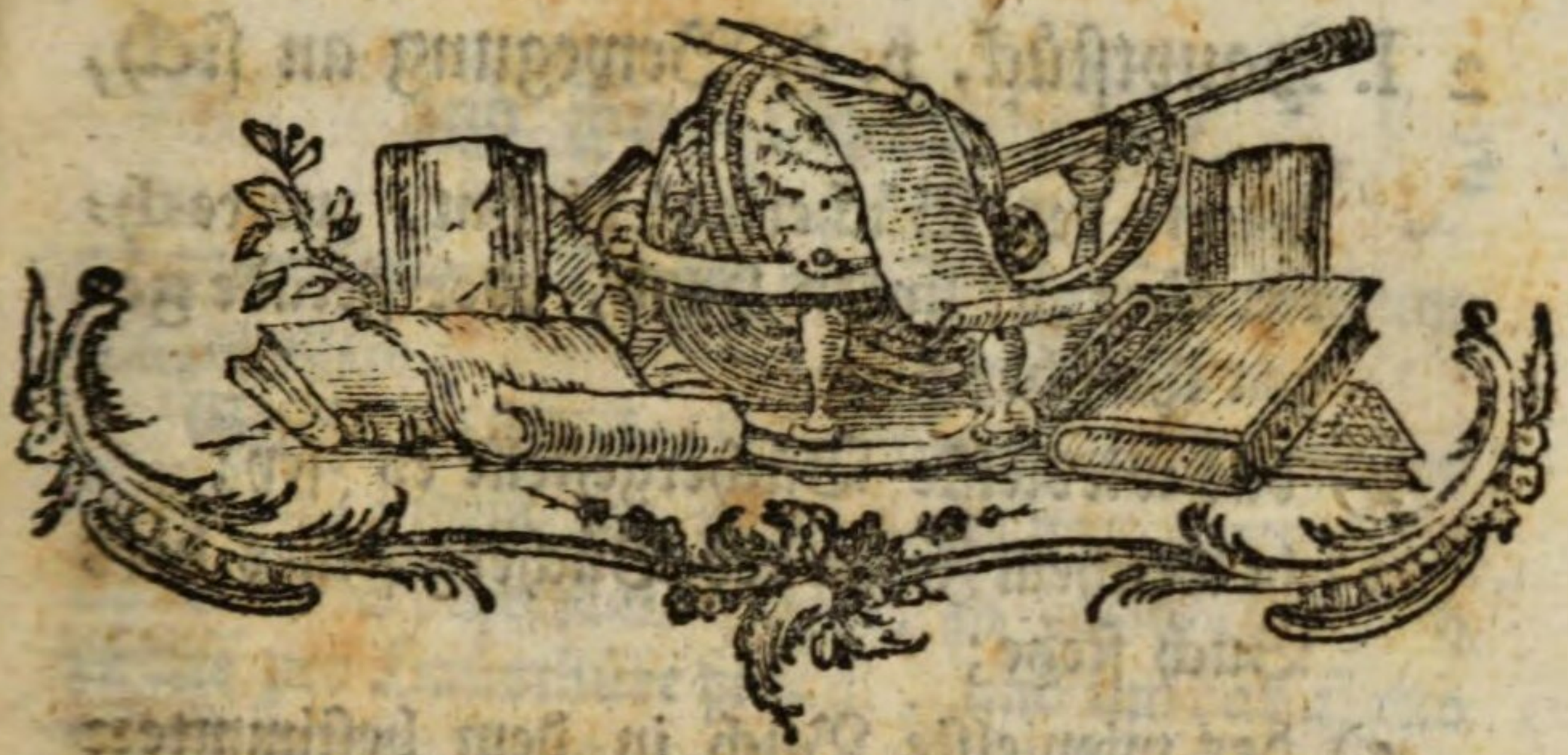
Wohl dem Lande, das so Einsichtsvolle Männer in seinen Gränzen hat, wie der Hamburger Recensent zu seyn gern scheinen mögte. Zween Punkte in der Recension überreden mich fast, er müsse mehr als Mensch seyn, und also wenigstens ein kleiner Engel.

gel. Der erste Punkt ist, weil er die Meynungen der größten Gelehrten, als des Leibnitz, Bernoulli, des Cartes, Newton, Kepler, Plutarch, ꝛc. alle so zu sagen in einem Hui übersiehet. Der zweyte Punkt, der mich haupsächlich dieses vermuthen lässet, ist, weil aus seinen Sätzen unmittelbar folgt, er müsse gleich einem Sperber in einem Kreise herum fliegen können. Denn er behauptet, der krumme Flug des Sperbers geschähe ohne Flügelbewegung, weil er keine dabey siehet. Auch ohne Luft müsse dieses bey jedem Körper angehen, weil das Gesetze der Stätigkeit und eine willkührliche Axen-Veränderung der Grund von einer krummlinigten Bewegung sey. Nun kann man sehr leicht einsehen, wenn der Herr Recensent von einem hohen Thurme zu springen beliebte; so könnte er vermöge des Gesetzes der Stätigkeit, indem er einmal durch den Sprung in Bewegung begriffen wäre, und vermöge einer willkührlichen Axen-Veränderung in einem Kreise um den Thurm herum fliegen. Es würde ihm darzu die anziehende Kraft des Thurms, wovon er auch ein grosser Freund ist, sehr behülflich seyn, wenn nur die leidige anziehende Kraft der Erde, weil doch diese grösser ist, als jene, ihn nicht zu sich hinab zöge. Auf solche Art sind die Sätze und Schlüsse dieses großen Geistes beschaffen. Uebrigens trägt er meine Sätze ganz verkehrt vor, z. E. indem er die ganze Theorie von mir kurz darlegen will, sagt er: „ wenn nicht „ die Sonnenstrahlen durch den stärkeren Stoß auf „ den vierten Theil der Planeten Oberfläche verursachten, daß sie sich um die Axe bewegen und durch „ dieses Axendrehen von dem Schneckengange ab in „ eine in einanderlaufende Linie eingelenkt und also „ in den gegenwärtigen Verharrungsstand gebracht „ wären.„ Nicht ein einziger Gedanke ist in dieser Passage dem gemäß, was ich in meinem Traktate vorgetragen habe, wovon sich jedermann, der denselben mit Bedacht lesen will, aus dem §. 78. selbst

übers

überführen kann. Andere Stellen, wo er, wie hier, meine Worte ganz verdrehet, oder auch mit allem Fleiße einfältige Folgen daraus herzuleiten sich bemühet, will ich Kürze halber übergehen. Verdrehungen, bevoraus wenn sie so grob sind, machen einem so hochtrabenden Recensenten schlechte Ehre. Die häufig eingestreuten Moquerien aber, wovon kein Mensch eine Veranlassung sehen kann, verrathen ein gehäßiges Herz. Seine Beyspiele, wodurch er meine Versuche aus dem Ballhause, und die darüber gemachten Erklärungen über den Haufen stoßen will, sind entweder selbst für mich, oder sind unrichtig und haben gar keine Aehnlichkeit mit meinen Versuchen. Denn wenn wir sie gehörig erwägen; so liegt allezeit der Grund der krummlinigten Bewegung in den äusserlich widerstehenden Körpern. Ich könnte sie mit leichter Mühe alle widerlegen, will aber um der Kürze willen nur ein einziges zergliedern. Z. E. Er sagt, durch das Drehen des Steuers beschreibt ein Schiff in seinem Laufe ebenfalls eine krumme Linie. Ist denn hier nicht der Widerstand des Wassers, welcher durch die veränderte Lage des Steuers, der durch den Stoß des Windes gegebenen Richtung des Schiffs, auf immer andere Art entgegen gesetzt wird, die Ursach dieser krummlinigten Bewegung? Das Steuer selbst giebt nur die Gelegenheit, daß das Wasser auf verschiedene Art widerstehen kann. Entweder hat der R. aus Tücke diese Umstände nicht anführen wollen; oder er hat sie aus Einfalt nicht gesehen. Das schlechteste, was er unter so vielem schlechten geschrieben hat, ist noch immer dieses, daß er sich so gar gegen die hiesige Akademie mit Anzüglichkeiten vergehet. Wie unverschämt, wie boshaft muß ein Mensch seyn, der sich so etwas zu thun überwinden kann.

Der



Der vollständigen
Experimental = Naturlehre

Erstes Hauptstück.

Von der Bewegung an sich, und ihrer Eintheilung, auch den damit verknüpften Umständen, als dem Orte, dem Raume, der Zeit, der Richtung, und der Geschwindigkeit.

---

§. 1.

Sollte mir jemand die Frage deutlich beantworten, wo ist dieses oder jenes, z. B. ein Buch in einem Büchersaale zu finden? so ist dieses nicht anders möglich, als daß er mir angebe:

1) Ob das Büchergestelle, worauf sich das Buch befindet, der Thüre, durch welche

man in den Büchersaal kömmt, zur rechten oder zur linken Hand, oder gerade gegen ihr über stehe;

2) das wievielste Büchergestelle es sey;

3) in welchem Fache des Büchergestelles das Buch stehe;

4) das wievielste Buch in dem bestimmten Fache es sey; und

5) ob so wohl die Bücher, als die Büchergestelle, von der rechten Hand gegen die linke, oder umgekehrt, sollen gezählet werden.

Durch die Frage, wo? verlange ich den Ort des Buches zu wissen; in der Antwort ist aber nichts anders enthalten, als die Art und Weise, wie das Buch mit andern Dingen, die zugleich da sind, in der Welt in Verbindung stehet. Also ist mir der Ort durch die Art und Weise, wie ein Ding in der Welt mit andern Dingen, die zugleich gegenwärtig sind, in Verbindung stehet, bekannt gemacht worden.

Man siehet leicht, daß nicht nur, so bald man von verschiedenen Dingen den Anfang machet, die Art und Weise ihrer Verbindung zu bestimmen, eine Verschiedenheit in der bestimmten Verbindung entstehen müsse; sondern auch, daß es von dem Willkühr desjenigen, der uns den Ort bekannt machen soll, abhange, welche Ordnung er erwählen wolle, unter den zugleich gegen-

gegenwärtigen Dingen eine Art der Verbindung anzugeben.

Gesetzt, es beliebte ihm, unter besonderen Umständen, indem ich nach dem Orte eines Buches im Büchersaale fragte, zu antworten, ich sollte zur Hausthüre hinaus, und um das Haus halb herum gehen, alsdenn an dem oder dem offen stehenden Fenster eine Leiter anlegen, und auf derselben durch das Fenster in den Büchersaal steigen: so würde er mir nun, nach Beschaffenheit der Umstände, diese oder jene anders bestimmte Art der Verbindung der Dinge angeben. Am Ende würde er mir den nämlichen Ort des verlangten Buches bekannt gemacht haben; er hätte mir aber die Verbindung der zugleich gegenwärtigen Dinge auf eine von jener ganz verschiedene Art angegeben. Da ich nun sehe, ein und eben derselbe Ort könne mir auf verschiedene Art bekannt gemacht werden; so schließe ich, der Ort (locus) sey so zu sagen ein Punkt in der Welt, worinnen alle (mögliche) Arten der Verbindung zugleich gegenwärtiger Dinge zusammenlaufen.

§. 2.

Gesetzt, das Buch wäre nicht mehr da, wo man mich hingewiesen hätte, sondern die Stelle desselben wäre itzt leer: bliebe deswegen nicht der Ort der nämliche, der er zuvor war? er wäre itzt nur nicht der Ort des Buches. Gesetzt ferner, die andern Dinge wären alle nicht

mehr da, das Buch allein wäre noch übrig; oder die Verbindung der übrigen zugleich gegenwärtigen Dinge wäre auf solche Art gänzlich geändert, daß sie eine andere Ordnung unter sich hätten als zuvor; nur mit dem einzigen Buche, dessen Ort ich zu wissen verlange, wäre keine Veränderung vorgenommen worden. Wäre nicht, in allen diesen Fällen, der Punkt, der mir durch die Art, wie er mit mehreren Dingen in Verbindung stehet, angezeigt wird, unverändert? So bald ich hingegen, durch die Art und Weise, wie zugleich gegenwärtige Dinge mit einander in Verbindung stehen, auf einen andern Punkt gewiesen werde, so bald gedenke ich mir nothwendig einen andern Ort.

§. 3.

Wie wir also sehen, so hat es mit dem Orte fast die nämliche Beschaffenheit, wie mit der Größe, wovon der Mathematiker handelt: von dieser kann man nicht anders urtheilen, als durch Vergleichung mit andern bekannten Größen. Eben so kann man von dem Orte nicht anders, als durch Vergleichung mit andern bekannten Orten, urtheilen: denn die Art und Weise, wie andere zugleich gegenwärtige Dinge eine Verbindung mit dem verlangten Orte haben, bestehet eben weiter in nichts, als in bekannten Orten. Es ist auch eben nicht nöthig, daß wirkliche Dinge da seyn müßten, wo man sich einen Ort vorstellet; nein, man darf sich nur

Punkte gedenken; so gedenket man sich Orte, und es sind auch Orte. Beziehet man sich nun bey Bestimmung eines Orts auf gewisse andere Dinge, so wird eben deswegen, weil man sich auf andere Dinge dabey beziehet, dieser Ort der relativische (locus relatiuus) genennet. Und je mehr Arten der Verbindung zugleich gegenwärtiger Dinge angegeben werden, desto gewisser wird der Punkt, den wir Ort nennen, bestimmt. Wäre es aber möglich, alle wirklich vorhandene Dinge, nebst den Arten ihrer Verbindung, die uns alle auf einen und denselben Punkt hinführeten, anzugeben; so würde dieses, weil alle wirkliche Dinge, und alle wirkliche Arten der Verbindung angegeben wären, der absolute Ort (locus absolutus) seyn.

§. 4.

Man kann leicht begreifen, daß so wohl der absolute, als der relativische Ort in einerley Punkte beysammen seyn müssen. Aber nur der relativische kann durch die Sinne erkannt werden. Wie trüglich sind aber nicht die Sinne, besonders das Gesicht? es stellet uns öfters die Beschaffenheit der Sachen ganz anders vor, als sie sind. Eben um deswillen wird auch der relativische Ort unter gewissen Umständen der scheinbare Ort (locus apparenter talis) genennet. Wir haben daher zweyerley Orte in Erwägung zu ziehen, den absoluten, und den rela-

relativischen oder scheinbaren. Beydes sind bestimmte Punkte: der absolute ist auf alle mögliche Art bestimmt, der relativische oder scheinbare hingegen nur auf einige Arten bestimmt.

An sich betrachtet sind die Orte unveränderliche Punkte: in so fern wir aber gewisse Dinge an die Orte setzen, kann theils die Art der Verbindung anders seyn; theils können die Punkte selbst, in welchen die Dinge zu verschiedenen Zeiten sind, verschieden seyn. Hierauf hat man in der Naturlehre sehr genau zu sehen. Dieser Punkt nun, in welchem ein Ding ist, ist sein eigener Ort (locus proprius), und er muß allemal so wohl absolut, als relativisch können bestimmet werden.

§. 5.

Andere geben einen andern Begriff von dem absoluten Orte: sie sagen nämlich, so bald ein Ding sey, müsse es doch irgendwo seyn. Dieses wo nennen sie den absoluten Ort. Man kann sich aber ein Ding ganz allein gedenken; also stehet es mit nichts in Verbindung. Wenn ich nun iemanden den absoluten Ort eines Dinges sagen sollte; so könnte das nicht anders geschehen, als daß ich sagte: es ist da, wo es ist. So bald ich sage, es ist hier, da, dort; so beziehe ich mich allemal auf mehrere Dinge, wenigstens auf mich selbst: alsdenn aber ist es gleich ein relativischer Ort (§. 3.). Sie verwech-

wechseln hier den eigenen Ort, mit dem absoluten.

§. 6.

Das Bleiben eines Dinges an eben demselben Orte nennet man die Ruhe (Quies). Das Gegentheil der Ruhe ist die Bewegung (motus). Also ist die Bewegung die Veränderung des Ortes. Dieses bekräftiget die Erfahrung in allen Fällen: denn was wir sehen oder fühlen, wenn wir den Gedanken der Bewegung dabey haben, das ist nichts anders, als eine Veränderung des Orts. Da nun Ruhe und Bewegung entgegen gesetzte Dinge sind; so sollte man glauben, sie müßten gar leicht von einander zu unterscheiden seyn. Allein wir werden bald sehen, daß es Fälle genug giebt, wo man nicht sogleich entscheiden kann, ob ein Ding in Bewegung oder in Ruhe sey.

§. 7.

Ich bediene mich bey der Erklärung der Wörter **Ruhe** und **Bewegung** (§. 6.) des Wortes Ort (§. 1.), von welchem ich zweyerley Arten angegeben, nämlich den absoluten, und relativischen, oder scheinbaren (§. 3). Daher muß sowohl die Ruhe, als die Bewegung in eine absolute und relativische, oder scheinbare eingetheilt werden können. Bleibt nämlich ein Ding in dem Punkte, welcher durch alle mögliche Arten der Verbindung mit andern zugleich gegenwärtigen Dingen bestimmt ist

(§. 3); so ist es in absoluter Ruhe (quies absoluta). Dieses geschähe nicht nur, wenn auch alle übrige Dinge in Ruhe blieben; sondern auch, wenn die Verbindungen mit andern Dingen immer in einen einzigen Punkt zusammen liefen. Veränderte es aber den Punkt, worinn alle Arten der Verbindung mit andern zusammen laufen, alleine, und die andern Dinge blieben in Ruhe, oder die Verbindung mit andern Dingen träfe doch immer in andere Punkte; so wäre es in absoluter Bewegung.

Wenn nun ein Ding seinen absoluten Ort zwar veränderte, andere Dinge aber veränderten den ihrigen zugleich mit, und zwar auf solche Art, daß die Verbindung der Dinge, die wirklich in Bewegung wären, an sich betrachtet einerley bliebe; so wäre es in Betrachtung derjenigen Dinge, die sich mit bewegen, in relativisch scheinbarer Ruhe; denn es bliebe in Ansehung ihrer in einerley Punkte; in Absicht aber auf diejenigen Dinge, mit denen die Art in Verbindung zu stehen geändert würde, veränderte es den Punkt, worinn die Verbindungen zusammentreffen: und also wäre es in Absicht auf dieselben in relativischer scheinbarer Bewegung. Hieraus ist der sich zu widersprechen scheinende Fall zu erklären, wo man sagen kann, ein Ding bewege sich, und ruhe auch zugleich. Z. B. ein Mensch, der in einer Kutsche fährt, sitzet stille, d. i. er ist in scheinba-

rer Ruhe, in Absicht auf die Personen, die zugleich mit in der Kutsche sind, oder in Absicht auf die Theile der Kutsche. Er ist aber auch zugleich in Bewegung, in Absicht auf die Theile des Erdbodens, oder auch anderer Leute, die außerhalb der Kutsche in Ruhe sind. Dergleichen Beyspiele könnten unzählige angeführet werden.

Eben auf die Art sind auch öfters Dinge in scheinbarer Bewegung, die doch in Ruhe sind. So sehen wir die Sonne alle Tage von Morgen gegen Abend laufen, ob es gleich in der That nicht so ist. Als ein Knabe konnte ich mich sehr ergötzen, wenn ich in einer Kutsche fuhr, und das Fahren geschwind und doch sanft dabey war. Da konnte ich noch sehen und glauben, die Bäume und alle andere Dinge liefen bey der Kutsche vorbey. Bey älteren Jahren kann ich aller Mühe ohngeachtet dieses Vergnügen nicht mehr haben.

§. 8.

Mache ich mir von dem absoluten Orte den Begriff, wie ich im (§. 5.) die Erklärung angeführet habe; so kann meiner geringen Einsicht nach kein Urtheil von der Veränderung desselben gefället werden, wenn man nicht andere Dinge mit in Erwägung ziehet. Denn ein Ding, das sich bewegt, ist ja immer auch irgendwo: und ich kann nicht sagen, daß dies-

ses irgendwo verändert werden könnte, denn es ist immer da, wo es ist.

§. 9.

Es ist eine unmögliche Sache, indem wir als Menschen eingeschränkte Sinne haben, alle wirkliche Arten, unter welchen ein Ding nebst allen andern zugleich gegenwärtigen Dingen in Verbindung stehet, durch die Sinne zu erkennen: daher können wir keinen Punkt auf alle mögliche Arten bestimmen. Also sind alle Orte, und alle Bewegungen, in so fern wir sie durch die Sinne erkennen, lauter relativische Orte und Bewegungen. Indessen können wir das Wort absoluter Ort doch mit beybehalten, und es bedeutet hier nur so viel als ein Punkt, der uns durch die Verbindung mit unendlich vielen andern Dingen bestimmet wird. Wir müssen aber doch bey Erklärung natürlicher Begebenheiten darinnen die größte Genauigkeit beobachten, daß wir allezeit bey Erfahrungen angeben, wir haben einen Ort oder eine Bewegung durch die Sinne erkannt: sonst laufen wir allemal Gefahr in Irthum zu verfallen. Z. B. man redet wahr, wenn man sagt, ich sehe die Sonne alle Tage von Morgen gegen Abend laufen: es ist aber falsch, wenigstens ist es keine in der Erfahrung gegründete Wahrheit, wenn ich sage, die Sonne läuft wirklich alle Tage von Morgen gegen Abend.

Was ich nicht durch die Sinne erkenne, ist ja keine Erfahrung: nun kann ich aber nicht alle Dinge, mit denen die Sonne in der Welt zugleich ist, durch die Sinne erkennen, noch viel weniger kann ich alle Arten der Verbindung, in welchen die Sonne mit allen Dingen stehet, durch die Sinne entdecken. Also kann ich auch nicht sehen, daß alle die Arten der Verbindung von der Sonne wirklich geändert würden: folglich kann ich auch nicht sagen, daß sich die Sonne wirklich bewege.

§. 10.

Ruhe und Bewegung (§. 6.) sind diejenigen zween Zustände (status), unter welchen sich alle Dinge in der Welt befinden. Es ist auch kein dritter Zustand eines Dinges oder Körpers möglich. (Ob ich gleich von dem Worte Körper noch keine Erklärung gegeben habe; so ist doch der Begriff, den jedermann aus dem gemeinen Leben damit verknüpfet, hier schon hinreichend.) Denn zwischen bleiben in einerley Orte (§. 1.), und zwischen nicht bleiben, d. i. der Veränderung des Ortes (§. 6.), kann kein dritter Zustand statt finden; daher kann auch zwischen Ruhe und Bewegung (§. 6.) kein Mittelding seyn: folglich befinden sich alle Dinge entweder im Stande der Ruhe, oder der Bewegung.

§. 11.

Ich habe in dem §. 1. den Begriff von dem Orte gegeben, und erwiesen, er sey ein Punkt,

den

den man sich gedenken muß. So bald man sich nun mehrere Orte gedenket, hat man auch den Begriff vom Raume (Spatium). Dieses bekräftiget der Gedanke, den man so wohl im gemeinen Leben, als in den Wissenschaften damit verknüpfet. Z. B. Alle Meßkünstler behaupten einstimmig, man dürfe sich bey einem mathematischen Punkte keine Theile gedenken, und eben deswegen, weil man sich keine Theile gedenken darf, nähme derselbe auch keinen Raum ein. Den Linien, den Flächen, den Körpern hingegen, eigenen die Mathematiker einen Raum zu. Was ist denn also der Unterschied zwischen Punkt, rnd Linie, Fläche, oder Körper? Nichts anders, als dieß: bey den letzteren Dingen gedenke ich mir viele zugleich gegenwärtige Theile außer einander gesetzt; bey jenem hingegen gedenke ich mir keine Theile. Also sehe ich schon, daß zu dem Begriffe vom Raume viele Theile, die zugleich und außereinander da sind, erfordert werden. Wenn viele Theile zugleich außereinander gesetzt vorhanden sind, müssen sie nothwendig in verschiedenen Orten seyn (§. 2.). Also sehe ich, daß viele Orte zugleich den Raum ausmachen. So bald ich mir nun viele Dinge zugleich gedenke, muß ich sie mir zugleich als auseinander gesetzt in einer gewissen Ordnung denken. Daher sagt man, der Raum ist die Ordnung vieler Dinge, die zugleich gegenwärtig und außereinander gesetzt sind. Sind viele Dinge zu-

gleich wirklich außereinander da; so heißet dieses ein würklicher Raum (Spatium reale). Gedenke ich mir aber nur, es könnten viele Dinge zugleich in gewisser Ordnung außereinander gesetzt vorhanden seyn; so wäre dieses an sich ein leerer Raum (Spatium vacuum oder inane), welches auch ein idealischer Raum (Spatium ideale) genennet wird.

§. 12.

Niemand ist wohl so thöricht, daß er eine Compagnie oder ein Regiment Soldaten einen Raum nennen sollte: sie nehmen aber einen Raum ein, und vermöge der vielen auseinander gesetzten Dinge gedenket man sich allemal eine gewisse Figur. Z. B. wenn ein Regiment Soldaten in einer Linie stünde, so würde der Raum, den es einnähme, eine andere Figur haben, als wenn es im Viereck, oder im Zirkel stünde. Der Raum so wohl als der Ort sind also an und für sich betrachtet, etwas, das nichts ist, das nur kraft menschlicher Gedanken gedacht wird, d. i. ein abstractum. Man kann also füglich von ihnen sagen, sie sind res nullius, cedunt occupanti.

§. 13.

Der wirkliche Raum (§. 11.) wird auch der relativische genennet, weil er sich allemal auf eine gewisse Art der Dinge, die ihn einnehmen, und auf eine gewisse Ordnung, welche

che die Dinge auseinander gesetzt haben, beziehet. Der idealische Raum (§. 11.) hingegen wird der absolute Raum genennet, weil er, wenn man nicht nach eigenem Willkühr demselben Gränzen setzet, durch keine gewisse Zahl, durch keine gewisse Art weder der Dinge, noch des Auseinanderseyns, bestimmet wird; sondern die Dinge, die man sich dazu vorstellet, alle einerley sind: man legt ihnen auch keine andere Eigenschaft bey, als daß sie auseinander gesetzt seyn sollen. So findet man auch keine Ursache, warum der absolute Raum irgendwo aufhören sollte. Es ist folglich die Zahl der Theile desselben unendlich; und diese unendlichen Theile sind auf alle mögliche Arten außereinander gesetzt.

§. 14.

Einige Fragen will ich hier nur noch vorlegen: vielleicht sind wir im künftigen im Stande, dieselben aus unumstößlichen Gründen entscheidend zu beantworten. Für jetzo begnügen wir uns, sie nur zu berühren, weil uns die Ordnung der Materien eben darauf führet.

1) Giebt es denn einen blos wirklichen Raum, wo kein idealischer mit untergemenget ist? Schwerlich. Denn wir werden im künftigen sehen, es giebt keinen völlig dichten Körper: daher ist aller wirklicher Raum mit idealischem vermischet.

2) Giebt

2) Giebt es denn einen leeren Raum? Ueber diese Frage ist von den Philosophen unendlich viel gestritten worden: es ist aber auch eine sonderbare Frage. Denn es ist eben so, als wenn ich frage: existirt denn etwas, das nicht existirt? dem allen ohnerachtet habe ich die wichtigsten Gründe zu behaupten, es gebe einen leeren Raum, oder vielmehr, es gebe zerstreute leere Räume (Spatium vacuum disseminatum), und zwar daher, weil es eine Bewegung giebt. Hieraus folgt nun, es müsse auch leere Orte geben, weil der Raum aus mehreren Orten zusammengesetzt ist. Ja überhaupt halte ich dafür, der Ort und der Raum an sich betrachtet, sind unerschaffen. Denn sie müssen vor Erschaffung der Welt gewesen seyn, und würden auch nach Vernichtung derselben übrig bleiben. Sie mögen nun aber gewesen seyn, oder noch seyn, und in Ewigkeit bleiben, in allen Fällen ist doch nichts.

§. 15.

Die Erfahrung zeiget, daß viele Dinge in der Welt nicht zugleich gegenwärtig sind, sondern auf einander folgen. Z. B. die Stunden des Tages, die Minuten einer Stunde, die Worte einer Rede, wenn sie ausgesprochen werden, das Ausschlagen der Bäume, das Blühen, und Früchte tragen ꝛc. alles dieses ist nicht zu-

zugleich, sondern es folget auf einander. Wo wir dergleichen auf einander folgende Dinge antreffen, da sagen wir, es sey eine Zeit. Die Dinge selbst sind die Zeit nicht; denn niemand sagt wohl, daß die Worte einer Rede, oder die Blätter, die Blüthen, und die Früchte eines Baumes, die Zeit wären: (eben wie ein Regiment Soldaten (§. 12.) kein Raum ist,): die Zeit muß also etwas seyn, das allen diesen, auf unendliche Art verschiedenen, und auf einander folgenden Dingen, gemein ist. Man mag aber diese, auf unendliche Art verschiedenen, und auf einander folgenden Dinge, betrachten, wie man will; so findet man nichts, was ihnen allen gemein ist, (d. i. worinn sie einander ähnlich sind,) als eben dieses, daß immer eines auf das andere folgt. Da nun ein Wort, welches von vielerley Sachen gebraucht wird, das ähnliche, oder die Uebereinstimmung bey den vielerley Dingen anzeiget; das ähnliche oder die Uebereinstimmung aber bey verschiedenen Sachen, die Ordnung genennet wird: so kann auch das Wort Zeit (tempus) nichts anders bedeuten, als die Ordnung der auf einander folgenden Dinge.

§. 16.

Wenn Art und Zahl auf einander folgender Dinge bestimmt ist; so nennet man ihre Ordnung in der Folge (§. 15.) eine relativische Zeit. Z. E. ein Jahr, ein Tag, ein Vater-

unser lang. Dieses sind relativische Zeiten, weil sich die erste auf Tage, deren 365 sind; die andere auf Stunden, deren 24 sind; die dritte auf Worte, deren eine bestimmte Zahl ist, beziehet. Wenn man aber weder die Art, noch die Zahl auf einander folgender Dinge, oder wenigstens eines von beyden nicht bestimmet; so wird das die absolute Zeit genennet. Z. B. ich verspreche zu bezahlen, so bald ich in bessere Umstände komme. Hier ist weder die Art der Dinge, welche in der Folge die Zeit ausmachen, noch die Zahl derselben bestimmt. Oder ich verspreche in einigen Jahren zu bezahlen: hier ist zwar die Art der Dinge, die die Zeit ausmachen, aber keine Zahl derselben, bestimmt. Oder ich verspreche auf zween Termine zu bezahlen: hier ist zwar die Zahl zween, aber nicht die Art der Dinge angegeben; also kann der eine Termin, der Tod, der andere, nach der Ewigkeit seyn. In allen diesen Fällen ist die Zeit absolut gewesen.

§. 17.

Von der Zeit lässet sich allemal eine Größe behaupten, und diese kann in Theile getheilet werden. Sind die Theilchen der Zeit so klein, daß wir uns fast keine kleineren mehr gedenken können; so nennet man dieses eine unendlich kleine Zeit. Theile muß die unendlich kleine Zeit wirklich noch haben, weil sie sonst keine Zeit wäre. Z. B. der Milliontheil von einem

Augenblicke. (im §. 46. werde ich noch einige Beyspiele von unendlich kleinen Zeiten anführen.) Was aber bey der Zeit wirklich keine Theile mehr hat, das pflegt man durch das Wort Moment (momentum) (ein Punkt der Zeit) auszudrücken. Der Anfang und das Ende einer Zeit, sind solche Zeitpunkte.

§. 18.

Ein endliches Ding kann in einem Moment (§. 17.) nicht in zween verschiedenen Plätzen seyn. Man nenne den einen Platz hier, den andern dort. Hier seyn, heißet also, nicht dort seyn; und dort seyn heißet, nicht hier seyn. Wäre nun ein Ding in einem Moment in zween Plätzen; so wäre es auch in einem Moment hier und dort, folglich in einem Moment hier und nicht hier, oder dort und nicht dort: welches widersprechend, und also unmöglich ist.

§. 19.

Da nun ein Ding, das sich beweget, nothwendig in verschiedenen Orten seyn muß, weil die Bewegung die Veränderung des Ortes ist (§. 6.), dieses aber in einem Moment nicht möglich ist (§. 18.); so kann auch in einem Moment keine Bewegung geschehen, sondern alle Bewegung geschiehet in der Zeit.

§. 20.

In einer Bewegung, die in einer unendlich kleinen Zeit (§. 17.) geschiehet, kann weder

weder eine Veränderung der Bewegung gedacht werden, noch wirklich geschehen. Denn da in einem Moment keine Bewegung möglich ist; so gehöret zu einer Bewegung wenigstens eine unendlich kleine Zeit. Da aber etwas nicht verändert werden kann, es müsse denn vorhero seyn; in einer unendlich kleinen Zeit aber erst das Seyn der Bewegung möglich ist: so kann in eben derselben unendlich kleinen Zeit keine Veränderung der Bewegung geschehen.

§. 21.

Die gerade Linie, die man sich von einem Dinge zu einem andern gedenken kann, in so fern ich diese Dinge nach ihrer Lage betrachte, wird die Gegend (Plaga) genennet. Da nun außer einer jeden Sache unendlich viele andere sind, oder doch seyn können; so können auch von jeder Sache aus unendlich viele gerade Linien gedacht werden: und also giebt es bey jeder Sache unendlich viele Gegenden.

§. 22.

Da die Bewegung eine Veränderung des Ortes ist (§. 6.), zwischen zween Orten aber nothwendig eine Linie d. i. ein Raum seyn muß; so kann man sich keine Bewegung gedenken, man muß sich denn vorstellen, daß sie nach einer Linie geschehe.

§. 23.

Eine Bewegung in einer unendlich kleinen Zeit, kann nicht nach einer krummen Linie geschehen. Denn da eine krumme Linie wenigstens aus zwo geraden Linien bestehen muß; so kann keine Bewegung nach einer krummen Linie geschehen, es sey denn, daß sie anfänglich nach der einen, und hernach nach der andern geraden Linie geschehe; folglich gehet bey der Bewegung nach einer krummen Linie nothwendig eine Veränderung vor. Da nun aber bey der Bewegung, die in unendlich kleiner Zeit geschiehet, keine Veränderung seyn kann (§. 20.); so kann auch diese Bewegung, die in unendlich kleiner Zeit geschiehet, in keiner krummen Linie geschehen. Es muß aber alle Bewegung nach einer Linie gerichtet seyn (§. 22.). Folglich geschiehet die Bewegung in unendlich kleiner Zeit, nach einer geraden Linie, d. i. nach einer gewissen Gegend (§. 21.).

§. 24.

Da bey einer jeden Sache unendlich viele Gegenden zugleich sich befinden (§. 21), ein jedes freyes Ding sich auch nach allen Gegenden bewegen kann, wie die Erfahrung lehret; die Bewegung aber, wenn sie wirklich geschiehet, in unendlich kleiner Zeit nur nach einer Gegend erfolgen kann (§. 23.); denn sonst müßte ein Körper, welcher sich in zwo verschiedenen Linien wirklich, und zu gleicher Zeit bewegte, auch

in

in zween verschiedenen Plätzen, in einem Moment, seyn können, welches ohnmöglich ist (§. 18.): so ist eine jede wirkliche Bewegung, in einer unendlich kleinen Zeit, eine der Gegend nach, eingeschränkte Bewegung.

§. 25.

Die Einschränkung einer Bewegung nach der Gegend (§. 24.), wird die Richtung (directio) genennet. Folglich kann keine Bewegung ohne Richtung seyn (§. 24.).

§. 26.

Zwischen allen Plätzen, in welche ein Ding durch seine Bewegung kömmt, ist ein Raum, wenigstens ein idealischer (§. 11.): folglich geschiehet alle Bewegung durch einen gewissen Raum, und zwar durch einen idealischen.

§. 27.

Man thut wohl, wenn man sich bey der Richtung einer Bewegung vorstellet, als würde nur ein Punkt bewegt, indem man dabey die wenigste Gelegenheit hat, durch Nebenumstände auf Gedanken gebracht zu werden, die zur Sache nicht gehören. Es wird daher auch im künftigen bey der Anwendung meistentheils die Rede von der Bewegung und Richtung des Mittelpunktes eines Körpers seyn, wenn nicht ausdrücklich dabey angeführt ist, man solle die

Bewegung besonderer Theile des Körpers in Betrachtung ziehen.

§. 28.

Wenn ich sage, es sey jemand 1000 Schritte gelaufen, aber keine Zeit darzu nenne, in welcher diese 1000 Schritte durchlaufen worden; so kann mir niemand die Frage beantworten, mit was für Geschwindigkeit die 1000 Schritte durchlaufen worden: folglich gehöret die Zeit (§. 15:16.) zu dem Begriffe der Geschwindigkeit.

§. 29.

Wenn ich auch sage, es sey jemand eine Stunde lang gegangen, aber dabey verschweige, wie weit er in der Stunde gegangen ist; so kann man eben so wenig die Frage, wie geschwinde? beantworten: folglich gehöret nicht allein die Zeit (§. 15:16 und 28), sondern auch der Raum (§. 11.) zu dem Begriffe der Geschwindigkeit.

§. 30.

Gesetzt, es würden Raum und Zeit benennet, aber keines von beyden bestimmet, z. B. wenn man sagte, es bewegt sich etwas in einer gewissen Zeit, durch einen gewissen Raum: so kann man eben so wenig wissen, ob die Bewegung geschwinde, oder langsam gewesen sey?

§. 31.

Sage ich hingegen, es lauft etwas in einer Stunde eine Meile, und etwas anderes lauft

in

in vier Stunden zwo Meilen; so weis jedermann, daß die Geschwindigkeit der ersten Bewegung grösser ist, als die Geschwindigkeit der letztern Bewegung. Folglich entstehet der Begriff von der Geschwindigkeit (celeritas), sie sey eine Bestimmung, oder Einschränkung der Bewegung, nach dem Raume (§. 11.) und nach der Zeit (§. 16.) zugleich.

§. 32.

Es sind also Richtung (§. 25.), Raum (§. 11.) und Zeit (§. 16.) Dinge, ohne welche keine Bewegung seyn kann. Man nennet sie daher die Bedingungen (conditiones.) der Bewegung. Weil nun Raum und Zeit bey einer Bewegung nicht von einander getrennet werden können, und beyde zusammen in der Bewegung die Geschwindigkeit ausmachen; so sagt man, die Bedingungen der Bewegung liegen in der Richtung (§. 25.), und Geschwindigkeit (§. 31.): das ist, wo keine Richtung, keine Zeit, und kein Raum ist, da ist auch keine Bewegung möglich.

§. 33.

Die Art und Weise, wie man aus bestimmter Zeit und aus bestimmtem Raume die Geschwindigkeit einer Bewegung bestimmet, erkennen wir theils daraus, wie jedermann (auch derjenige, der die geringste Kenntniß der Naturlehre nicht besitzet,) redet; theils vermittelst der Rechenkunst.

Jedermann weis, wenn zwey Dinge zwar einerley Zeit zur Bewegung brauchen, das erste aber dreymal weiter, als das andere gehet, daß das erstere auch dreymal geschwinder gelaufen sey, als das andere. Daher wissen wir die erste Regel von der Bestimmung der Geschwindigkeit einer Bewegung aus dem gemeinen Leben: Die Geschwindigkeiten zwoer Bewegungen verhalten sich wie die Räume, welche in gleicher Zeit durchlaufen werden.

§. 34.

So weis auch jedermann, wenn zwey Dinge gleich weit laufen, z. B. jedes tausend Schritte, das eine aber eine Stunde, das andere vier Stunden zubringt, daß das erste viermal geschwinder gelaufen ist, als das andere. Hier nimmt man offenbar das Kennzeichen der Geschwindigkeit aus den Zeiten: denn diese verhalten sich im angenommenen Falle, wie eins zu vier, doch so, das man demjenigen Dinge die viermal größere Geschwindigkeit beylegt, bey welchem die viermal kleinere Zeit ist; und hingegen des andern Geschwindigkeit für viermal kleiner achtet, bey welchem die vierfach größere Zeit angetroffen wird: daher ist die zweyte Regel von der Geschwindigkeit, welche wir mit der Muttersprache erlernen, diese: die Geschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Zeiten, wenn die Räume, durch welche

die

die Bewegungen geschehen, gleich groß sind.

§. 35.

Man siehet leicht, daß diese letzte Regel (§. 34.) mit der ersten (§. 33.) einerley ist, und nur anders ausgesprochen wird: denn wenn bewiesen werden soll, daß derjenige viermal geschwinder laufe, der in einer Stunde tausend Schritte zurück legt, als der andere, der zwar eben so weit kömmt, aber erst in vier Stunden; so darf man nur sagen, daß der letztere in einer Stunde nur 250 Schritte, und also in gleicher Zeit nur den vierten Theil so weit gelaufen sey, als der erstere.

§. 36.

Wenn man bedenkt, daß die Geschwindigkeit durch zwey Dinge zugleich, nämlich durch die Zeit und durch den Raum, bestimmet werden muß (§. 31.); die erste Regel aber nur nach dem Raume (§. 33.), die andere nur nach der Zeit, die Größe der Geschwindigkeit abmisset (§. 34.): so scheinen beyde Regeln entweder nicht richtig zu seyn, oder sie sind nur besondere, und auf kurze Art ausgedrückte Schlüsse aus einer Regel, die auf alle Fälle sich anwenden läst. Um nun diese! auf alle Fälle sich schickende Regel zu finden, weil doch in jedem besonderen Falle dasjenige liegen muß, was in allen Fällen wahr ist; so stelle man sich, die

(§. 33. und 34.) angeführten Fälle, oder auch andere besondere Fälle, in welchen jedermann weis, wie groß die Geschwindigkeiten sind, also vor, daß die bestimmten Zeiten, und die bestimmten Räume durch Zahlen ausgedrückt werden. Man nehme z. E. bey zween Körpern, die in Bewegung sind, die Räume an,

im ersten	und andern Falle
= 36:	12.
im dritten	und vierten Falle,
= 100	25.
die Zeiten = 6:	6. — — = 5: 5.

so ist aus dem (§. 33.) bekannt, daß die Geschwindigkeit im ersten Falle dreymal größer ist, als im andern Falle: desgleichen, daß im dritten Falle die Geschwindigkeit viermal größer ist, als im vierten Falle. Da nun aber aus beyden Zahlen, nämlich aus der, die den Raum anzeiget, und der, die die Zeit anzeiget, die Geschwindigkeit zugleich bestimmet werden muß (§. 31.); und doch nicht mehr Arten, aus zwo Zahlen eine dritte zu finden, möglich sind, als die in der Rechenkunst befindlichen vier Arten, nämlich das Addiren, Subtrahiren, Multipliciren, und Dividiren: so wollen wir nach jeder von den vier Rechnungsarten, aus den angenommenen Zahlen der Zeit und des Raums, eine dritte suchen. Durch welche Art nun solche Zahlen gefunden werden, die sich gegen einander verhalten, wie die oben angegebenen Geschwin-

schwindigkeiten, eben das ist die rechte Art die Geschwindigkeiten zu finden.

§. 37.

Die Räume sollen jetzt seyn

= 36 : 12, oder = 100 : 25,

die Zeiten = 6 : 6, oder = 5 : 5, diese

geben folgende Summen 42 : 18, — 105 : 30,

folgende Differenzen 30 : 6, — 95 : 20,

auch Producte — 216 : 72, — 500 : 125,

und Quotienten — 6 : 2, — 20 : 5.

Aus diesen Beyspielen erhellet,

1) daß bey dem Addiren die erste Summe nicht dreymal größer ist, als die andere; auch daß die dritte Summe nicht viermal größer ist, als die vierte, wie es doch nach dem §. 36 seyn müßte, wenn die Summen die Geschwindigkeiten ausdrücken sollten;

2) daß die erste Differenz mehr als dreymal größer ist, als die andere; auch die dritte Differenz mehr als viermal größer ist, als die vierte.

(Folglich können weder das Addiren, noch das Subtrahiren die rechten Arten seyn, vermö-

ge

ge welcher die Zahlen zu finden sind, die die Geschwindigkeiten ausdrücken.);

3) sehen wir, daß das erste Product dreymal grösser ist, als das zweyte, und eben auch, daß das dritte Product viermal grösser als das vierte ist,

4) bemerken wir dabey, daß auch der erste Quotient dreymal grösser ist, als der andere, und der dritte Quotient viermal grösser, als der vierte.

Da nun beyde Fälle No. 3. und 4 das Verhältniß der Geschwindigkeit so angeben, wie es seyn soll (§. 36.); so müssen entweder zwo Rechnungsarten geschickt seyn, aus den Grössen der Zeit und des Raumes, die Grösen der Geschwindigkeit zu bestimmen, oder zu finden, nämlich das Multipliciren und das Dividiren: oder eine von beyden trift nur in dem besonderen Falle ein, wenn die Zeiten gleich sind.

§. 38.

Um hinter die Sache zu kommen, welche von den vier Rechnungsarten, aus bestimmtem Raum und Zeit, uns das wahre Verhältniß der Größe der Geschwindigkeit in allen Fällen finden lasse, wollen wir noch ein Beyspiel vor uns nehmen, worinnen die Räume gleich', die Zeiten ungleich sind. Wir setzen, die Räume verhielten sich im ersten und andern Falle = 1000: 1000, die Zeiten wie 1:4. Im drit-

dritten und vierten Falle aber sollen die Räume seyn = 60: 60, und die Zeiten = 2: 6. Hier siehet jedermann, daß die Geschwindigkeit im ersten Falle viermal größer seyn muß, als im andern; und im dritten dreymal größer, als im vierten.

Wenn also die Räume sind

= 1000: 1000, oder = 60: 60, u.

die Zeiten sind = 1: 4, oder = 2: 6, so

sind die Sumen = 1001: 1004, — 62: 66, in-

gleich. d. Differ. = 999: 996, — 58: 54, auch

die Producte = 1000: 4000, — 120: 360, und

die Quotienten = 1000: 250, — 30: 10.

Aus diesen Beyspielen sehen wir, daß eben so wenig durch die Multiplication, als Addition und Subtraction, die rechten Zahlen gefunden werden. Denn ob gleich das Verhältniß der ersten zwey Producten ist, wie 1 zu 4, und der andern zwey Producten, wie 1 zu 3; so stehen doch die Zahlen verkehrt, denn wo 1000 stehet, sollte 4000 seyn, und wo 120 stehet, sollte 360 seyn. Folglich giebt nur das Dividiren die rechten Zahlen, welche die Geschwindigkeit bestimmen, es mögen die Zeiten oder die Räume gleich seyn. Denn auch

in

in diesen Fällen haben die Quotienten das oben angegebene Verhältniß.

§. 39.

Wenn gleich Fälle vorkommen, wo weder die Zeiten, noch die Räume gleich sind, z. B. wenn die Räume sind = 12: 48,

und die Zeiten — = 4: 8, so ist es doch leicht zu machen, daß entweder die Zeiten, oder die Räume gleich werden: und das Verhältniß zwischen Raum und Zeit bleibt doch, wie es gegeben war. Denn da nach der Rechenkunst das Verhältniß zwoer Zahlen bleibet, wenn diese mit eben derselben dritten Zahl multipliciret, oder dividiret worden: so wird es einerley seyn, wenn ich 12 und 4, mit 2 multiplicire, und hernach sage, es werden 12 Schritte in 4 Minuten durchlaufen, oder 24 Schritte werden in 8 Minuten durchlaufen: denn es ist einerley Verhältniß. So aber sind die Zeiten in beyden oben angeführten Fällen einerley,

nämlich die Räume = 24: 48,

die Zeiten aber — = 8: 8, und ist doch eben das obige Beyspiel. So ist es auch einerley, ob ich sage, 48 Schritte werden in 8 Minuten durchlaufen, oder ob ich 48 und 8 jedes mit 2 dividire, und spreche, es werden 24 Schritte in 4 Minuten durchlaufen. Nunmehro wären in dem angegebenen Beyspiele die Räume = 12: 24,

die Zeiten aber = 4: 4, und es blieben doch

die

die vorigen Fälle. Ingleichen wenn man 48 und 8 mit 4 dividiret, so werden beyde Räume 12 seyn, die Zeiten aber 4 und 2. Und es ist doch einerley, ob man saget, 48 Schritte werden in 8 Minuten durchlaufen, oder 12 Schritte werden in 2 Minuten durchlaufen. Eben so ist klar, wenn 12 und 4, mit 4 multipliciret werden, so daß 48 und 16 herauskommen, daß zwar die vorher ungleichen Räume 12 und 48 jetzo gleich, und beyde 48 werden, der erste Fall aber doch wie vorher bleibet: Denn es ist gleich viel, ob gesagt wird, 12 Schritte werden in 4 Minuten, oder 48 Schritte werden in 16 Minuten durchlaufen.

§. 40.

Da nun auf einerley Art die Geschwindigkeit aus dem Raume und der Zeit zugleich bestimmet wird, wenn entweder die Räume oder die Zeiten gleich sind (§. 37. 38.); alle andere Fälle aber, wo weder Zeiten noch Räume gleich sind, in einen der beyden ersten Fälle verwandelt werden können, ohne daß der Fall verändert werde (§. 39.); so muß die Art die Geschwindigkeit zu bestimmen, welche in den beyden ersten Fällen bewiesen worden ist (§. 37. 38.), die einige Art die Geschwindigkeiten zu bestimmen seyn, welche auf alle Fälle sich schicket. Nämlich in jedem Falle werden die Zahlen des Raumes und die Zahlen der Zeit durch einander dividiret: der Quotient, welcher

cher da herauskömmt, ist die Zahl, welche die Größe der Geschwindigkeit bestimmet. Oder man sage auch kurz: wenn der Raum durch die Zeit dividiret wird, kömmt die Geschwindigkeit heraus. Es wäre also im ersten Falle (§. 39.) die Geschwindigkeit halb so groß, als im andern: denn in jenem ist der Quotient 3, im andern 6.

§. 41.

Es klingt zwar diese kurz gefaßte Regel nicht viel besser, als wenn jemand behaupten wollte; wenn man Häuser durch Menschen dividirte; so kämen Katzen heraus. Es ist aber aus der genau abgefaßten Regel (§. 40.) zu ersehen, daß unter den Worten Raum, Zeit, und Geschwindigkeit, Zahlen verstanden werden, dadurch nicht die Sachen selbst, sondern ihre Größen ausgedruckt werden. Da nun aber der Raum, die Zeit, und die Geschwindigkeit darinnen übereinkommen, daß jedes eine Größe hat, die durch Zahlen ausgedrückt werden kann; so siehet man leicht, daß nicht Sachen von verschiedener Art, nämlich Räume durch Zeiten dividiret werden; auch daß nicht eine von beyden Dingen unterschiedene Sache, nämlich die Geschwindigkeit herauskomme: sondern es werden Größen durch Größen dividiret, und eine Größe kömmt heraus.

§. 42.

Es ist aber auch zu merken, so wenig die erste Zahl die Größe des Raums, oder die andere

re Zahl die Größe der Zeit, an und für sich auszudrücken fähig ist, eben so wenig der gefundene Quotient die Größe der Geschwindigkeit an und für sich ausdrücken kann: denn keine Größe kann anders erkannt werden, als durch das Verhältniß gegen die Größe einer andern ähnlichen Sache. Zum Verhältniß aber werden nothwendig zwey Dinge erfordert; folglich da eine einzige Zahl entweder kein Verhältniß, oder nur ihr Verhältniß zur Eins ausdrücken kann; so kann auch keine einzelne Zahl eine Größe bestimmen, sondern es müssen ihrer zwo seyn: oder man setzet stillschweigend voraus, daß die andere Größe Eins heiße. Deswegen sind auch bisher allezeit zween Fälle genennet worden; und es ist also das (§. 39.) angeführte Exempel, da die Räume sind

12 und 48, auch die Zeiten

$\frac{4}{}$ und $\frac{8}{}$, und die Geschwindigkeiten

3 und 6, so zu verstehen, daß entweder der zweyte Raum viermal so groß, als der erste, die zweyte Zeit doppelt so groß, als die erste, und auch die zweyte Geschwindigkeit doppelt so groß, als die erste sey: oder daß der erste Raum zwölfmal, der andere aber acht und vierzigmal so groß sey, als ein anderer, den man sich in Gedanken vorstellet und Eins heißet: ingleichen daß die erste Zeit viermal, die andere aber achtmal so groß sey, als eine andere, die Eins heißet, und die man sich in Gedanken

vorstellet; also auch, daß die erste Geschwindigkeit dreymal, die zweyte sechsmal so groß sey, als eine andere, die man sich unter der Zahl Eins in Gedanken vorstellet.

§. 43.

So gewiß es ist, daß 4 in 12 dreymal liegt, so gewiß ist es auch, daß 3 viermal genommen, 12 giebt: und wenn das wahr ist, daß 8 in 48 sechsmal enthalten ist, so muß nothwendig auch wahr seyn, daß 6 achtmal genommen 48 giebt. Was von Zahlen wahr ist, die keine Nahmen haben, das muß auch von eben den Zahlen wahr seyn und bleiben, wenn sie Nahmen haben, weil ein Nahme als ein willkührlich Ding zwar etwas andeuten, aber nichts größer oder kleiner machen kann, als es vorher war. (Ist denn wohl der Herr Rath Stax, der heute zum Rathe gemacht wurde, da er noch gestern keinem Menschen zu rathen wußte, ein kluger Rathgeber? Stax ist er, der er vorher war.) Da nun oben §. 38. und 39. ist bewiesen worden, wenn die Zahlen 12 und 48
den Nahmen des Raumes
haben, und die Zahlen — 4 und 8,
Zeiten genennet werden,
daß die Quotienten — 3 und 6, den Nahmen der Geschwindigkeit bekommen; so folgt, wenn die Geschwindigkeit 3 mit der Zeit 4 multipliciret wird, daß das Product 12 der Raum müsse genennet werden. Folglich ist die Regel,

wenn

wenn aus der Größe der Zeit, und aus der Größe der Geschwindigkeit bey einer Bewegung, die Größe des Raums, durch welchen die Bewegung geschiehet, gefunden werden soll, diese: man multiplicire die Zahlen, durch einander, die die Größe der Zeit und der Geschwindigkeit ausdrücken; die Zahl, die heraus kömmt, drückt die Größe des Raumes aus, durch welchen die Bewegung geschiehet. Dividiret man den Raum mit der Geschwindigkeit; so ist der Quotient die Zeit, in welcher die Bewegung geschiehet.

§. 44.

Gesetzt ein Ding bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von = 3 eine Zeitlang, die wir = 4 annehmen wollen; so ist der Raum, welchen es durchläuft, = 12; ein anderes Ding aber bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von = 6, eine Zeitlang, deren Größe wir durch = 4 anzeigen; so ist des letztern Raum, welchen es durchläuft, = 24. Wir sehen also hier, wenn die Zeiten bey zwey Bewegungen gleich sind, worinnen sich zwey Dinge mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen; so verhalten sich die Räume, wie die Geschwindigkeiten: denn 12 verhält sich zu 24, wie 3 zu 6. Es kann aber auch der Fall gesetzt werden, daß die Geschwindigkeiten gleich sind, und die Zeiten verschieden. Z. B. Die Geschwindigkeiten, womit sich zwey Dinge bewegen, sollen bey beyden

den seyn = 3. die Zeiten aber, worinnen diese Bewegungen geschehen, sollen sich verhalten wie 4 zu 8; nun ist der Raum des ersten, den es durchläuft, = 12, des zweyten Raum ist = 24. Also verhalten sich die Räume hier wie die Zeiten.

§. 45.

Auf eben die Art kann man aus der Größe der Räume und Geschwindigkeiten, durch die Division, die Größen der Zeiten finden, z. B.

wenn die Räume sind	— =	12:	36,
und die Geschwindigkeiten	— =	4:	8,
so würden die Zeiten seyn	— =	3:	$4\frac{1}{2}$

Es trift das hier ein, wie im vorigen §. daß, wenn die Räume gleich, die Geschwindigkeiten aber verschieden sind, die Zeiten sich wie die Geschwindigkeiten verhalten. Sind diese aber gleich und jene verschieden; so verhalten sich die Zeiten wie die Räume.

§. 46.

Nunmehr bin ich im Stande einige Beyspiele anzugeben, wodurch wir uns einigermaaßen einen Begriff von einer unendlich kleinen Zeit machen können, wie ich §. 17. zu thun versprach. Die Erfahrung hat bey angestellten Versuchen bewiesen, daß eine Kanonenkugel, wenn sie aus der Kanone geschossen wird, in Zeit von einer Secunde, (von der doch jedermann wohl einigermaaßen einen Begriff hat)

durch einen Raum von 600 Schuhen Rheinländisches Maas, d. i. ungefähr 300 Schritte durchlaufe, und es fragt sich nun, wie groß die Zeit sey, in welcher der Mittelpunct der Kanonenkugel einen Schuh durchlauft? Die Frage ist vermöge der Regel Detri leicht zu entscheiden, $\frac{1}{600}$ Theilchen von einer Secunde. Diese Zeit ist zwar ziemlich klein, aber noch lange nicht unendlich klein. Denn wir können den Schuh des Raumes bequem in Zolle eintheilen: nun würde die Zeit, in welcher der Mittelpunct der Kanonenkugel mit der angegebenen Geschwindigkeit einen Zoll durchliefe, $\frac{1}{6000}$ Theilchen einer Secunde seyn. Theilen wir den Zoll in Linien; so wäre die Zeit $\frac{1}{60000}$. Doch das reicht noch lange nicht an das Nichts. Unsere Erde bewegt sich, indem sie jährlich um die Sonne lauft, mit einer Geschwindigkeit, die nach richtiger Rechnung bey nahe 148 mal gröſser ist, als die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel: und ihr Mittelpunct kann eben unmöglich in einem Moment (§. 18.) an zween verschiedenen Orten seyn. Gedenken wir uns nun bey dieser Geschwindigkeit einen Raum von einer Linie; so ist die Zeit, in welcher diese Bewegung geschiehet, $\frac{1}{8,188,000}$ Theilchen einer Stunde. Wo ist der endliche Verstand, der sich das denken mag: der meinige stehet hier stille. Und dennoch ist das, wobey wir uns hier verliehren, noch keine unendlich kleine Zeit. Aber genug hiervon.

§. 47.

Die Bewegung einer Sache wird in Ansehung der Geschwindigkeit eingetheilt in die **gleichförmige** (celeritas aequabilis) und ungleichförmige (inaequabilis). Die Geschwindigkeit wird **gleichförmig** genennet, wenn sie von Anfang der Bewegung bis zu Ende übereinbleibet, oder bey welcher in gleichen Zeiten gleiche Räume zurück gelegt werden; oder auch, bey welcher zwischen den Räumen und den Zeiten einerley Verhältniß ist, also, daß wenn ein Theil der Zeiten, in welcher die Bewegung geschiehet, der zehnte, oder tausendste Theil einer andern Zeit derselbigen Bewegung ist, auch der Raum, der in dem zehenten Theile der Zeit durchlaufen wird, zehnmal, und der in dem tausendsten Theile der Zeit durchlaufen wird, tausendmal kleiner ist, als der, durch welchen die Bewegung in der andern zehn oder tausendfach größern Zeit geschiehet.

§. 48.

Ungleichförmig wird diejenige Bewegung genennet, in welcher die Theile des Raums ein anderes Verhältniß gegen einander haben, als die Theile der Zeit, in welchen sie durchlaufen werden. Z. B. wenn in dem Falle, da die Zeiten gleich sind, und die Räume ungleich, oder eine Zeit dreymal größer ist, als eine andere, der eine Raum nicht dreymal größer ist, sondern entweder mehr oder wenigermal größer, als der andere.

§. 49.

Die ungleichförmige Geschwindigkeit einer Bewegung wird wieder in die ordentliche (regularis) und unordentliche (irregularis) eingetheilet. Die ungleichförmige ordentliche Geschwindigkeit einer Bewegung ist diejenige, bey welcher die Veränderung der Geschwindigkeit in allen gleichen Zeiten auf gleiche Art, und in gleichem Grade geschiehet. Auf gleiche Art geschiehet die Veränderung, wenn die Geschwindigkeit, die da wächset, beständig wächset, oder die da abnimmt, beständig abnimmt. In gleichem Grade aber geschiehet die Veränderung, wenn die Geschwindigkeit in dem ersten Theile der Zeit 1, im andern 2, im dritten 3, im vierten 4, ꝛc. heißet.

§. 50.

Die ungleichförmig unordentliche Geschwindigkeit einer Bewegung ist diejenige, bey welcher die Veränderungen der Geschwindigkeit in allen gleichen Zeiten entweder nicht auf gleiche Art, oder nicht in gleichem Grade geschehen. Hievon sind zwar unendliche Arten möglich; sie werden aber doch überhaupt in drey Arten getheilet, nämlich in die schlechterdings ungleichförmig unordentliche Geschwindigkeit, wo in gleichen Theilen der Zeit bald größere, bald kleinere Räume durchlaufen worden; in die unordentlich wachsende, da nämlich in gleichen Zeiten die Räume zwar beständig größer

werden, aber ohne in gleichem Grade bestimmt zu seyn; und in die unordentliche abnehmende, wo in gleichen Zeiten die Räume zwar beständig kleiner werden, aber auch ohne in gleichem Grade bestimmt zu seyn.

§. 51.

Die ungleichförmig ordentliche Geschwindigkeit einer Bewegung wird ferner eingetheilt in die wachsende (accelerata) und abnehmende (retardata). Die wachsende Geschwindigkeit ist diejenige, bey welcher in gleichen Theilen der Zeit die Räume immer in gleichem Grade größer werden, z. B. wenn in der ersten gleichen Zeit der Raum 1 heißet, in der dritten 3, in der vierten 4, und in der fünften 5.

§. 52.

Die ungleichförmig ordentlich abnehmende (retardata) Geschwindigkeit ist, wenn zwar zwischen den veränderten Räumen in gleichen Theilen der Zeit einerley Verhältniß angetroffen wird, aber umgekehrt, so daß zum Beyspiele in der ersten Zeit der Raum, welcher durchlaufen wird, 5 heißet, in der andern gleichen Zeit nur 4, in der dritten 3, in der vierten 2, und in der fünften 1.

§. 53.

Bis hieher glaube ich alle diejenigen Puncte, welche bey allen nur möglichen Fällen in Ansehung

sehung der Ruhe oder Bewegung vorkommen können, abgehandelt zu haben. Ich gestehe, daß wenig oder gar nichts neues bisher ist vorgetragen worden, was nicht schon in andern Naturlehren, oder auch Metaphysiken, (denn dahin gehören eigentlich die bisher vorgetragenen Sätze) abgehandelt wäre. Allein ich glaube doch wenigstens in Ansehung der Ordnung und Entwickelung eine solche Wahl getroffen zu haben, die nicht gänzlich ohne Nutzen seyn mögte, indem sie immer Gelegenheit giebt, einzusehen, wie man von einem Begriffe zum andern fortschreitet. Freylich lasse ich mich bey Zergliederung der Begriffe so weit herunter, daß ich befürchte gewissen Lesern bey nahe ekelhaft zu werden. Allein wir haben nicht alle gleiches Genie, vielleicht bin ich manchem Anfänger doch noch zu dunkel. Sehr genau bin ich dessentwegen gegangen, daß nicht bey der Anwendung Mißverständnisse entstehen möchten, welche zu großen Irrungen Anlaß zu geben pflegen.

§. 54.

So wohl die Größe der Zeit, als der Geschwindigkeit, können auch durch das Verhältniß zwoer Linien ausgedrükt werden, von denen man die eine in die andere multipliciret, den Inhalt einer rechtwinklichten viereckigten Figur erhält, deren Größe den Raum anzeiget, welcher bey der bestimmten Zeit und Geschwindigkeit durchlaufen wird. So wie nun bey gleich-

förmiger Geschwindigkeit, die Größen der Räume durch den Inhalt rechtwinklichter Vierecke ausgedrückt werden; so wird bey ungleichförmig ordentlicher Geschwindigkeit, sowohl bey der wachsenden, als abnehmenden, der Raum durch den Inhalt rechtwinklichter Dreyecke ausgedrückt, deren eine Seite die Zeit, die andere die Geschwindigkeit andeutet. Diese Art, die Größen der Geschwindigkeit, der Zeit und des Raums, durch Linien und Flächen auszudrücken, wird uns im künftigen bey manchen Fällen zu größerer Deutlichkeit gereichen: daher werde ich bis zu Ende des gegenwärtigen Hauptstücks, auch dieses mit abhandeln.

Wer nicht Belieben trägt geometrische Beweise, (welche doch allemal die stärksten sind) mit nachzulesen, der kann dieses Stück bis zu Ende gegenwärtigen Hauptstücks überschlagen. Ich hoffe aber, es soll keinen die geringe Aufmerksamkeit, welche diese Beweise zur völligen Ueberzeugung erfordern, dauern, und glaube, der Nutzen davon soll nicht wenig beträchtlich seyn.

§. 55.

Schon aus dem gemeinen Leben ist bekannt, daß Zeiten durch Räume, besonders durch Linien angedeutet werden. Denn wenn man an einer Uhr die Zeit sehen will, so siehet man nichts anders, als das Stück von dem Umfange der Scheibe oder des Zifferblattes, durch

welches

welches sich der Zeiger bewegt hat, d. i. eine Linie: und wenn dieses Stück des Umfangs der Scheibe die Hälfte oder der vierte Theil von dem ganzen Umfange der Scheibe ist, so saget man, es sey die Hälfte oder der vierte Theil der Zeit, welche z. B. eine Stunde genennet wird, vorbey.

§. 56.

Da man saget, die Geschwindigkeiten verhielten sich wie die Räume (§. 33.), der Raum aber weit natürlicher durch eine Linie, als durch eine Zahl angedeutet wird; (denn eine Linie ist ein Raum, die Zahl aber nicht,) so kann man auch die Größe zwoer Geschwindigkeiten gar bequem durch zwo Linien ausdrücken. z. B. Jedermann wird eben sowohl wissen, was ich sagen will, wenn ich spreche, zwey Geschwindigkeiten verhalten sich, wie diese zwo Linien, (Fig. 1.) als wenn ich sage, sie verhalten sich, wie 1 zu 4.

§. 57.

Da nun die Zeit durch die Geschwindigkeit multipliciret die Größe des Raums bestimmt, (§. 43—44.); die Größe der Zeit aber, und die Größe der Geschwindigkeit durch zwo Linien ausgedrückt werden können (§. 55—56.); so muß dasjenige, was entstehet, wenn zwo Linien mit einander multipliciret werden, die Größe des Raums anzeigen können, durch welchen die Bewegung geschiehet.

§. 58.

§. 58.

Aus der Geometrie ist bekannt: wenn man eine Linie durch die andere multipliciret, muß die eine als die Grundlinie, die andere als die Höhe, einer rechtwinklichten viereckigten Figur angesehen werden; und das Product der beyden Linien ist der Inhalt dieses Vierecks; das ist aus der Geometrie bekant. Hieraus aber folgt, da dasjenige, welches durch die Multiplication zwoer Linien (deren eine die Größe der Zeit, die andere die Größe der Geschwindigkeit vorstellet,) entstehet, die Größe des Raums ausdrücket, welcher in angegebener Zeit, und unter angegebener Geschwindigkeit durchlaufen worden (§. 43—44.), daß ein rechtwinklichtes Viereck den Raum derjenigen Bewegung bestimmen muß, deren Zeit und Geschwindigkeit, durch die Seiten dieses Vierecks angedeutet und ausgedrückt wird. z. B. Es sey *a b* (Fig. 2.) als die eine Seite des Vierecks *a b c d* = 3, und es stelle die Zeit von drey Minuten vor; so muß *b e* eine Minute vorstellen (§. 55.) Es sey ferner *b c*, als die andere Seite des Vierecks = 9, und stelle eine Geschwindigkeit vor, die 9 mal größer sey, als eine andere durch *b f* angedeutete Geschwindigkeit, welche also 1 heissen müßte (§. 56.): so wird der Raum 27 heissen (§. 43.). Da nun aber der Inhalt des Vierecks auch 27 heißet; so stellet der Inhalt des Vierecks die Größe des Raums der Bewegung

wegung vor, nicht in so fern das Viereck eine Fläche, oder ein rechtwinklichtes Viereck ist; sondern nur durch seine abgemessene Größe, d. i. in so fern es 27 mal größer ist, als das Viereck *e b f o* welches die Größe eines Raums vorstellet, der in einer Minute bey einer Geschwindigkeit, die 1 heiße, folglich die 9 mal kleiner wäre, als die angenommenen 9, durchlaufen würde.

§. 59.

Es ist daher die Bestimmung der Größe des Raumes eben so zu verstehen, wie (§. 40—42.) die Bestimmung der Geschwindigkeit aus der Zeit und aus dem Raume erkläret worden ist; nämlich *a b* ist keine Zeit, *b c* ist keine Geschwindigkeit, sondern beydes sind Linien, uud das Viereck *a b c d* ist der Raum nicht, der wirklich durchlaufen worden, ob es gleich an sich ein Raum ist. Sondern gleichwie *a b* nur durch sein Verhältniß gegen *e b*, die Größe der Zeit, und *b c* nur die Größe der Geschwindigkeit, durch sein Verhältniß gegen *b f* vorstellen; also stellet das Viereck *a b c d*, nur durch sein Verhältniß gegen das kleine Viereck *e b f o*, (welches letztere durch die Seiten *e b* und *b f* formiret wird,) die Größe des Raums der Bewegung vor. Es ist aber nicht nöthig, daß man eben jedes Verhältniß nach der Einheit bestimme, wie anjetzo geschehen: sondern es sey in einem andern Falle *g h* die Zeit, *h k* die Geschwin-

Geschwindigkeit; so wird das Viereck *g h k m* die Größe des Raums vorstellen. Alsdenn wird der Verstand dieser seyn: wenn die Zeiten im ersten und andern Falle (§. 58—59.) sich verhalten, wie *a b* (Fig. 2.), zu *g h* (Fig. 3.) d. i. wie 3 zu 5, und die Geschwindigkeiten, wie *b c* (Fig. 2.) zu *h k* (Fig. 3.) d. i. wie 9 zu 8; so werden die Räume, durch welche beyde Bewegung geschehen, sich verhalten, wie die Vierecke *a b c d* Fig. 2, und *g h k m* Fig. 3. d. i. wie 27 zu 40.

§. 60.

1) Man theile die Seite *a t* eines rechtwinklichten Dreyecks *a t u* (Fig. 4.) in so viel gleiche Theile, als es beliebig ist, z. B. in sechs, also, daß $a\,b = b\,f = f\,l = l\,n = n\,q = q\,t$.

2) Von jedem Theilungspuncte ziehe man eine Linie mit der Grundlinie *t u* parallel, z. B. *b c*, *f g*, *l k*, *n o*, *q r*,: so sind nach der Geometrie

3) alle die daher entstehende Dreyecke *a b c*, *a f g*, *a l k*, *a n o*, *a q r*, und *a t u*, einander ähnlich, und

4) die Seiten *b c*, *f g*, *l k*, *n o*, *q r*, *t u*, haben mit den Seiten *a b*, *a f*, *a l*, *a n*, *a q*, *a t*, einerley Verhältniß. D. i. gleichwie *a t* sechsmal größer ist, als *a b*, so ist auch *t u* sechsmal größer als *b c*, nicht minder, gleichwie *a n* viermal größer ist, als *a b*;

so

so ist auch *n o* viermal größer als *b c*: und gleichwie *a f* doppelt so groß ist, als *a b*, so ist auch *f g* doppelt so groß, als *b c* ꝛc.

5) Die daher entstehenden Dreyecke selbst verhalten sich, wie die Quadrate ihrer Seiten. Z. B. Wenn (Fig. 5.) *a b* zu *a f*, oder *b c* zu *f g* sich verhält, wie 1 zu 2, so verhält sich das Dreyeck *a b c* zum Dreyeck *a f g*, wie 1 zu 4. Und wenn die Seiten *a b* zu *a l*, oder *b c* zu *l k* sich verhalten wie 1 zu 3; so verhält sich das Dreyeck *a b c* zu dem Dreyeck *a l k*, wie 1 zu 9. welches aus den vorigen Figuren 4 und 5, leicht abgezählet werden kann, und folgende Tabelle darstellet.

a b oder *b c*	=	1.	△ *a b c*	=	1.
a f — *f g*	=	2.	△ *a f g*	=	4.
a l — *l k*	=	3.	△ *a l k*	=	9.
a n — *n o*	=	4.	△ *a n o*	=	16.
a q — *q r*	=	5.	△ *a q r*	=	25.
a t — *t u*	=	6.	△ *a t u*	=	36.

§. 61.

Da nun sowohl die Zeiten (§. 55.), als die Geschwindigkeiten (§. 56.), durch Linien vorgestellt werden können; bey der ordentlich wachsenden Geschwindigkeit der Bewegung aber, die Geschwindigkeiten sich verhalten, wie die Zeiten, (§. 51.); so wird, wenn *a b* die erste *b f*

die

die andere, *f l* die dritte Zeit u. s. w. vorstellet, folglich *a b* die einfache, *a f* die doppelte, und *a l* die dreyfache Zeit vorstellen; *b c* wird die Geschwindigkeit in der ersten Zeit, *f g* in der andern, und *l k* in der dritten Zeit, bey der wachsenden Bewegung, ausdrücken: denn es verhalten sich die Linien *b c*, *f g*, und *l k* gegen einander, wie die Linien *a b* *a f*, und *a l* (§. 60. n. 4.).

§. 62.

1) Es sey also (Fig. 6.) *a b* die erste Zeit, *b c* oder *a d* die Geschwindigkeit in derselben Zeit; so wird das rechtwinklichte Viereck *a b c d* die Größe des Raums ausdrücken, welchen der Punct *a* in gleichförmiger Bewegung (§. 47.) durchlauft (§. 58-59.).

2) Es sey *b f* die andere Zeit und *b e* = *f g* die Geschwindigkeit; so wird die Größe des Raums der gleichförmigen Bewegung durch das Viereck *b f g e* ausgedrücket. (§. 58-59.).

3) Wenn *f l* die dritte Zeit, *f h* = *l k* aber die Geschwindigkeit in derselben Zeit ist; so zeiget das Viereck *f l k h* die Größe des mit gleichförmiger Bewegung durchlaufenen Raumes an. Und eben so ist klar, daß

4) die Vierecke *l n o m* die Größe des Raums in der vierten Zeit, *n q r p* in der fünften

Zeit,

Zeit, und *q t u s* in der sechsten Zeit anzeigen.

§. 63.

Aus der Geometrie weis man, und es lässet sich auch aus der Fig. 6. abzählen, daß das Viereck *b f g e* doppelt, *f l k h* dreymal, *l n o m* viermal, *n q r p* fünfmal, und *q t u s* sechsmal so groß sey, als *a b c d*. Folglich, da *a b* = *b f* = *f l* = *l n* = *n q* = *q t* lauter gleiche Zeiten vorstellen, die Geschwindigkeit *f g* aber doppelt, *l k* dreymal, *n o* viermal, *q r* fünfmal, und *t u* sechsmal größer ist, als die Geschwindigkeit *b c* in der ersten Zeit (§. 62. n. 1. 2. 3. und 4.);

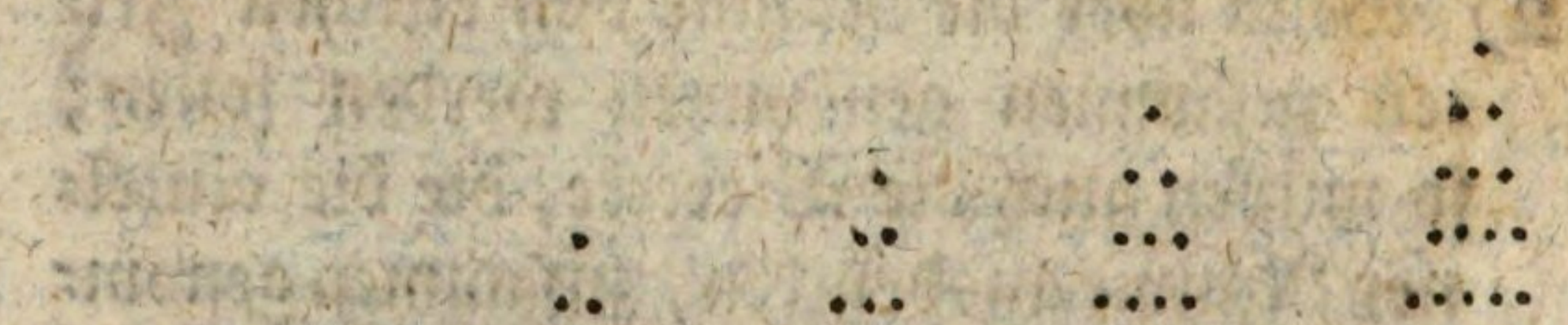
1) so verhalten sich auch hier die Räume, die in einzelnen und gleichen Zeiten durchlaufen, und durch die genannten Vierecke *a b c d*, *b f g e*, *f l k h*, u. s. w. angedeutet werden, wie die Geschwindigkeiten, wenn in jeder einzelnen Zeit die Bewegung gleichförmig ist.

2) Wenn aber die Räume von etlichen Zeiten zusammen genommen werden sollen; so müssen auch die Vierecke, die die einzelnen Räume ausdrücken, zusammen genommen werden: und alsdenn wird, wenn *a b c d* die Größe des Raums in der ersten Zeit ist, *a f g e c d* die Größe des Raums in zwo Zeiten, *a l k h g e c d* die Größe des Raums in drey Zeiten, *a n o m k h g e c d*

die Größe des Raums in vier Zeiten, *a q r p o m k h g e c d* die Größe des Raums in fünf Zeiten, und endlich *a t u s t p o m k h g e c d* die Größe des Raums in sechs Zeiten ausdrücken. Wenn nun der Raum in der ersten Zeit 1 heißet; so ist der Raum in zwo Zeiten 3, in drey Zeiten 6, in vier Zeiten 10, in fünf Zeiten 15, in sechs Zeiten 21. wofern nemlich die Bewegung in jeder einzelnen Zeit gleichförmig ist, und nur in den auf einander folgenden gleichen Zeiten die Geschwindigkeiten wachsen, wie die Zeiten.

§. 64.

Man siehet so wohl aus den Zahlen, die die Räume in zusammen genommenen Zeiten ausdrücken, nämlich 1. 3. 6. 10 15. 21. daß sie dreyeckigte Zahlen sind, (wenn ich mich so ausdrücken darf.) d. i. daß ihre Einheiten in solche Figuren versetzt werden können, die Dreyecke heißen,



1, 3, 6, 10, 15, 21.

als auch aus der Fig. 6. selbst, daß die Figuren, die die Größe des Raums in einigen von Anfang der Bewegung zusammen genommenen

Zei-

Zeiten ausdrücken, zwar den Dreyecken in etwas ähnlich sind; aber auch, daß sie

1) allezeit um etwas größer sind, als das Dreyeck, dessen eine Seite die Summe der Zeiten, die andere Seite aber die Geschwindigkeit in der letzten Zeit vorstellet. Z. B. der Raum *a b c d* Fig. 6. ist grösser, als das Dreyeck *a b c*, dessen Seite *a b* die Zeit, und *b c* die Geschwindkeit ausdrücket. Ingleichen der Raum *a f g e c d* ist größer, als das Dreyeck *a f g*, dessen Seite *a f* die doppelte Zeit, *f g* aber die doppelte Geschwindigkeit in der andern Zeit vorstellet. Und so ist auch der Raum *a t u s r p o m k h g e c d* größer, als das Dreyeck *a t u*, dessen Seite *a t*, die Summe von sechs Zeiten, *t u* aber die sechsfache Geschwindigkeit in der letzten Zeit *q t* ausdrücket;

2) daß, je mehr der Zeiten sind, in welchen die Bewegung geschiehet, um desto weniger der Raum größer sey, als besagtes Dreyeck: denn wenn der erste Raum *a b c d* Fig. 7 aus zwey Dreyecken bestehet, d. i. zwey heißet; so ist das Dreyeck *a b c* nur halb so groß, nämlich 1. Ist der zweyte Raum *a f g e c d* = 6; so ist das Dreyeck *a f g* = 4 folglich $\frac{2}{3}$, und also mehr, als die Hälfte. Ist der dritte Raum *a l k h g e c d* = 12; so ist das Dreyeck

$a\,l\,k = 9$, folglich $\frac{3}{4}$ und also mehr als $\frac{2}{3}$. Ist der vierte Raum $a\,n\,o\,m\,k\,h\,g\,e\,c\,d = 20$; so ist das Dreyeck $a\,n\,o = 16$, folglich $\frac{4}{5}$ und also mehr als $\frac{3}{4}$. Ist der fünfte Raum $a\,q\,r\,p\,o\,m\,k\,h\,g\,e\,c\,d = 30$; so ist das Dreyeck $a\,q\,r = 25$, folglich $\frac{5}{6}$ des Raums, und also mehr als $\frac{4}{5}$. Endlich wenn der sechste Raum $a\,t\,u\,s\,r\,p\,o\,m\,k\,h\,g\,e\,c\,d = 42$. ist; so ist das Dreyeck $a\,t\,u = 36$, und also $\frac{6}{7}$ des Raumes, folglich größer, als vorhin, nämlich als 5.

§. 65.

Wenn die Größe der Zeit, in welcher die Bewegung geschiehet, zwar einerley bleibet, aber die Theile der Zeit, in welchen die Bewegung gleichförmig ist, kleiner angenommen werden, folglich die ganze Zeit in mehrere Theile eingetheilet wird; so werden die Figuren, welche die Größe des Raumes ausdrücken, um so mehr der Größe nach dem Dreyeck gleich werden, je kleiner die Theile der Zeiten angenommen werden: denn es wird auf solche Art aus diesem Falle der vorige (§. 64. n. 2.), nämlich der Zeiten werden mehr.

1) Man theile die Seite $a\,t$ Fig. 8. die vorher in 6. Theile getheilet war, in 12 gleiche Theile; so wird zwar das Dreyeck $a\,d\,c$ auch jetzo dem Dreyeck $a\,b\,c$ gleich seyn, aber das Dreyeck $a\,t\,u$ ist 144 mal größer, als

das

das Dreyeck *a d c* (§. 64. n. 2). Wäre nun

α) das Dreyeck *a b c* = 1; so wird

β) das Dreyeck *a d c* auch = 1 seyn: folglich, da ein jedes kleines Dreyeck, außerhalb dem großen *a t u* dem Dreyeck *a d c* gleich ist, und diese alle zusammen 12 sind; so wird

γ) die Summe aller dieser kleinen Dreyecke, welche außerhalb dem großen *a t u* sind, = 12 seyn. Da nun

δ) das große Dreyeck *a t u* 144 heißet; so ist

ε) der Raum, der in den 12 kleinern Zeiten durchlaufen wird, = 156, und also nur

ζ) um den zwölften Theil des Dreyecks *a t u*, nämlich um 12 größer, als das Dreyeck, da in der Fig 7; wo nur 6 Theile der Zeit sind, die Figur, welche den Raum der Bewegung andeutet, um den sechsten Theil des Dreyecks größer ist, als das ganze Dreyeck.

2) Man theile die ganze Zeit *a t* in 24 gleiche Theile, Fig. 9; so wird,

α) wenn das Dreyeck *a b c* = 1 ist, auch

β) das Dreyeck *a d c* = 1 seyn: folglich, da ein jedes kleines Dreyeck, außerhalb dem großen *a t u*, dem Dreyeck *a d c* gleich ist, und ihrer 24 sind; so wird

γ) die Summe aller dieser kleinen Dreyecke auch 24 seyn;

δ) das große Dreyeck *a t u* aber 576 heißen müssen: denn es verhält sich zum Dreyeck *a b c*, wie das Quadrat von *a t*, d. i. von 24, zu dem Quadrate von *a b*, d. i. von 1 (§. 60. n. 5). Folglich ist

ε) die Figur, die den ganzen Raum der Bewegung ausdrücket, die Summe aus dem großen Dreyeck *a t u* = 576, und den 24 kleinen, d. i. = 600, und also

ζ) nur um den vier und zwanzigsten Theil des Dreyecks größer, als das Dreyeck selbst. Da sie im ersten Falle dieses §: nach um den zwölften Theil, und im §. 64. gar noch um den sechsten Theil größer war, als das Dreyeck.

§. 66.

Man siehet hieraus, wenn der Theil der Zeit, in welchen die Bewegung gleichförmig bleibet, der sechste Theil von der ganzen Zeit ist, in welcher die Bewegung geschiehet, daß auch die kleinen Dreyecke, um welche die Figur, die die Größe des Raums vorstellet, größer ist, als das Dreyeck *a t u*, der sechste Theil des Dreyeckes sind. Verhält sich aber der Theil der Zeit zur ganzen Zeit, wie 1 zu 12, oder wie 1 zu 24; so ist auch die Summe besagter kleinen Dreyecke, der zwölfte, oder der vier und zwanzigste

zigste Theil des ganzen Dreyecks *a t u*. Wenn also die Zeit, in welcher die Bewegung gleichförmig bleibet, unendlich klein ist (§. 17), folglich die Veränderung der Geschwindkeit, zwar nach jeder unendlichkleinen Zeit, aber doch allemal der Zeit verhältnißmäßig, geschiehet; so ist auch der Raum, durch welchen die Bewegung geschiehet, nur um ein unendlich kleines Theilchen größer, als das rechtwinklichte Dreyeck, dessen eine Seite die ganze Zeit, die andere Seite aber die Größe der Geschwindigkeit, im letzten Augenblick der Zeit, ausdrücket. (NB das Wort Augenblick bedeutet hier so viel, als eine unendlich kleine Zeit.)

Auch nach der schärfsten Mathematik werden diejenigen Größen für gleich gehalten, deren Unterschied eine unendlich keiner Theil derselben ist; folglich ist auch der Raum, welcher bey einer ungleichförmigen (§. 50.) aber ordentlich wachsenden Bewegung (§. 51.) durchlaufen wird, demjenigen rechtwinklichten Dreyeck gleich, dessen eine Seite die Größe der ganzen Zeit der Bewegung, die andere aber die Größe der Geschwindigkeit in dem letzten unendlich kleinen Theile der Zeit, ausdrücket. (Wann nämlich das Wachsthum der Geschwindigkeit immer in einer unendlich kleinen Zeit geschiehet.) Denn der wahre Raum ist nur um einen unendlich kleinen Theil dieses Dreyecks größer, als das Dreyeck selbst, auch nach der schärfsten Mathematik.

§. 67.

Dieses, daß gesagt worden ist, der Raum sey dem Dreyeck gleich, ist nicht so zu verstehen, daß der Raum, durch welchen die Bewegung geschiehet, der Figur nach dreyeckigt sey: sondern wie alle Größe einzig und allein durch das Verhältniß gegen eine andere ähnliche erkannt wird; also wird auch die Größe des Raumes bey einer ordentlich wachsenden Bewegung, aus dem Verhältnisse desselben gegen den Raum einer andern ordentlich wachsenden Bewegung erkannt, dieses Verhältniß aber durch das Verhältniß zweyer ähnlichen Dreyecke ausgedrückt; z. B. es bedeute *a b* Fig. 4 und 5, die eine Zeit, *b c* die Geschwindigkeit im letzten Augenblick derselben Zeit; es bedeute ferner *a f* eine andere Zeit, und *f g* die Geschwindigkeit im letzteren Augenblick derselben Zeit: so verhält sich der Raum in der ersten Zeit zu dem Raume in der andern Zeit, wie das Dreyeck *a b c* zu dem Dreyeck *a f g*. Oder es bedeute *a l* eine Zeit, *l k* die Geschwindigkeit im letzten Augenblick selbiger Zeit; ingleichen *a q* sey eine andere Zeit, *q r* aber die Geschwindigkeit im letzten Augenblicke dieser andern Zeit: so wird der Raum in der ersten Zeit sich zu dem Raume in der andern Zeit verhalten, wie das Dreyeck *a l k* zu dem Dreyeck *a q r*. Fig. 4 und 5.

§. 68.

Wenn also *a b* die einfache *a f* die doppelte, *a l* die dreyfache, *a n* die vierfache, *a q* die fünf-

fache,

fache, und *a t* die sechsfache Zeit vorstellen; aber auch *b c* die einfache, *f g* die doppelte, *l k* die dreyfache, *n o* die vierfache, *q r* die fünffache, und *t u* die sechsfache Geschwindigkeit, und also jede Geschwindigkeit so ist, wie sie im letzten Augenblick jedes Theils der Zeit bey derjenigen Bewegung seyn muß, welche in jeder unendlich kleinen Zeit ordentlich wächset: so verhalten sich die Räume in besagten Zeiten, wie die Dreyecke Fig. 5. *a b c*, *a f g*, *a l k*, *a n o*, *a q r*, *a t u*. Es verhalten sich aber besagte Dreyecke gegen einander, wie 1. 4. 9. 16. 25. 36. (§. 60. n. 5.) d. i. wie die Quadrate der Seiten *a b* = 1, *a f* = 2, *a l* = 3, *a n* = 4, *a q* = 5, *a t* = 6, welche die Geschwindigkeiten in jedem letzten Augenblicke dieser Zeiten ausdrücken. Daher ist klar, daß die Räume bey ordentlich wachsenden Bewegungen (wenn man jede Bewegung und Zeit von ihrem ersten Anfange an zusammengenommen betrachtet,) sich gegen einander verhalten, wie die Quadrate der Zeiten, oder auch wie die Quadrate der Geschwindigkeiten in den letzten Augenblicken der Bewegung.

§. 69.

Da das Dreyeck (Fig. 5.) *a b c* = 1 die Größe des Raums in der einfachen Zeit, das Dreyeck *a f g* = 4 aber die Größe des Raums in der doppelten Zeit vorstellet; so muß das Viereck *b f g c* = 3 die Größe des Raums in der zweyten Zeit

b f der Bewegung ausdrücken. Drücket das Dreyeck *a f g* = 4 die Größe des Raums in doppelter Zeit, das Dreyeck *a l k* = 9 aber die Größe des Raums in dreyfacher Zeit aus; so wird die Größe des Raums in der dritten Zeit *f l*, durch die Größe des Vierecks *f l k g* = 5 ausgedrücket. Eben so ist klar, daß, da *a l k* = 9 den Raum in dreyfacher Zeit, *a n o* aber = 16 den Raum, der in vier Zeiten durchlaufen wird, vorstellet, das Viereck *l n o k* = 7 die Größe des Raums in der vierten Zeit vorstellen müsse; und da *an o* = 16 die Größe des Raumes in vier Zeiten *a q r* = 25 aber die Größe des Raumes in fünf Zeiten, und *a t u* = 36, die Größe des Raumes in sechs Zeiten ausdrücket, daß durch die Größe des Vierecks *q t u r* = 11 aber die Größe des Raums in der sechsten Zeit ausgedrücket werde. Folglich, wenn bey einer in unendlich kleinen Zeiten ordentlich wachsenden Bewegung, die gleichen Zeiten zwar von Anfang an gezählet, aber nicht zusammengenommen werden, verhalten sich die Räume, in den gleichen auf einander folgenden einzelnen Zeiten, wie die ungleichen Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11, u. s. w. man mag die erste Zeit so groß annehmen, als man will.

§. 70.

Es ist also auch umgekehrt zu schliessen, wenn die Erfahrung weiset, daß die Räume, in gleichen

chen und auf einander folgenden Zeiten, wie die ungleichen Zahlen wachsen, daß alsdenn die Bewegung eine ordentlich wachsende Bewegung sey, und daß also bey derselben die Geschwindigkeiten alle Augenblicke wachsen, wie die Zeiten.

§. 71.

Man setze, der Punct *a* Fig. 10, soll sich in der Zeit *a t* mit ordentlich wachsender Bewegung bewegen, und die Geschwindigkeit im letzten Augenblicke der Zeit, soll *t u* seyn; so wird das Dreyeck *a t u* die Größe des Raums ausdrücken (§. 68). Man setze aber auch, daß eben der Punkt *a* durch eine eben so große Zeit *a t*, aber gleichförmig (§. 47. sich bewege; und daß die Geschwindigkeit gleich von Anfange so groß sey, als sie bey der ordentlich wachsenden Bewegung im letzten Augenblicke der Zeit war, nämlich $= a x = t u$; so wird die Größe des Raums der gleichförmigen Bewegung, durch die Größe des rechtwinklichten Vierecks *a x u t* ausgedrücket werden (§. 58 und 59). Da nun nach der Geometrie das Viereck *a x u t* doppelt so groß ist, als das Dreyeck *a t u*; so ist auch der Raum bey einer gleichförmigen Bewegung doppelt so groß, als bey der wachsenden, wenn beyde in gleicher Zeit, d. i. gleich lange, geschehen, und die Geschwindigkeit der gleichförmigen Bewegung gerade so groß ist, als die Geschwin-

schwindigkeit der wachsenden im letzten Augenblicke.

§. 72.

Bey der ordentlich abnehmenden Bewegung sind die Geschwindigkeiten in jedem Theile der Zeit eben so groß, wie bey der wachsenden, wenn man nämlich die Zeiten verkehrt zählet: z. B. es seyn fünf Zeiten; so muß die Geschwindigkeit in der ersten Zeit 5, in der andern 4, in der dritten 3, in der vierten 2, und in der fünften 1 seyn (§. 52.). Folglich, da in jedem Theile der Zeit die Bewegung gleichförmig angenommen wird; so müssen

1) auch die Räume in den einzelnen Zeiten sich gegen einander verhalten, wie die Geschwindigkeiten in selbigen Zeiten (§. 63. n. 1.), eben wie bey der wachsenden Bewegung: nur daß, wenn auch hier z. B. Fig. 6. sechs Zeiten seyn, *t q* die erste, *q n* die andere Zeit, aber auch *t u* die Geschwindigkeit in der erste *q r* aber in der andern Zeit, folglich *q t u s* den Raum in der ersten, *n q r p* aber den Raum in der andern Zeit andeuten.

2) Folglich muß auch der Raum bey der abnehmenden Bewegung in den zusammengenommenen Zeiten einerley mit dem Raume bey der wachsenden Bewegung seyn, wenn nämlich die Zahl der Zeiten in beyden Bewegungen einerley ist; ferner auch die Geschwindigkeit in der ersten Zeit der wachsenden

den Bewegung, der Geschwindigkeit in der letzten Zeit der abnehmenden Bewegung gleich ist, und wenn endlich auch die letzte Geschwindigkeit in der wachsenden, der ersten Geschwindigkeit in der abnehmenden Bewegung, gleich kommt. Z. B. Es sey *b q* Fig. 6. vier Zeiten, *b e* die Geschwindigkeit in der ersten Zeit der wachsenden, und *g h* gleich die Geschwindigkeit in der letzten Zeit der abnehmenden Bewegung, *q r* aber die Geschwindigkeit in der letzten Zeit der wachsenden, und zugleich die Geschwindigkeit in der ersten Zeit der abnehmenden Bewegung; so wird *b e g h k m o p r q n l f b*, die Größe des Raumes in besagten vier Zeiten, so wohl bey der wachsenden, als abnehmenden Bewegung vorstellen.

3) Wenn also sechs Zeiten sind, und die Geschwindigkeit, womit die Bewegung anfängt, *t u* ist, auch hernach zwar in unendlich kleiner Zeit, doch in umgekehrtem Verhältnisse der Zeit, abnimmt, also nämlich, daß wenn die unendlich kleine Zeit ein Milliontheilchen der ganzen Zeit ist, auch die Abnahme der Geschwindigkeit, nach jeder unendlich kleinen Zeit, ein Milliontheilchen von der ersten Geschwindigkeit sey; so wird *q t u r* der Raum in der ersten, *n q r o* in der andern, *l n o k* in der dritten, *f l k g* in der vierten, *b f g e* in der fünften, und endlich *a b c* in der letzten Zeit seyn. Folglich nehmen, bey der

ordentlichen abnehmenden Bewegung, die Räume, wie die ungleichen Zahlen 11. 9. 7. 5. 3. 1. ab.

4) Wenn also die ganze Zeit, und jeder Theil derselben bey der ordentlich abnehmenden Bewegung, jedesmal bis zu Ende der Bewegung genommen worden; so verhält sich auch hier der Raum der Bewegung in der ganzen Zeit, zu dem Raume in jedem Theil derselbigen Zeit, wie die Quadrate derselben Zeiten, oder der Geschwindigkeiten, wie sie in dem ersten Augenblicke jeder Zeit sind. Z. B. Wenn die ganze Zeit 2 heißet; so verhält sich der Raum, durch die ganze Zeit der Bewegung, zu dem Raume in der letzten Hälfte der Zeit, wie 4 zu 1. Oder wenn die ganze Zeit 3 heißet; so ist der Raum in der ganzen Zeit, zu den Raume in den letzten $\frac{2}{3}$, wie 9 zu 4, und zu den Raume in dem letzten Drittheil, wie 9. zu 1.

Das

Das zweyte Hauptstuck.

von der Kraft

§. 73.

Wenn wir uns

1) Sachen gedenken, die blos für sich, ohne in andern Sachen zu seyn, seyn können;

2) wenn wir Sachen finden, oder wirklich antreffen, (nicht nur gedenken), von denen es gänzlich unmöglich ist, daß sie anders, als außerhalb andern Sachen wirklich vorhanden wären, (existere) oder nur vorhanden seyn könnten: so eignen wir diesen Sachen die Undurchdringlichkeit zu.

Eine solche Sache heißet ein Ding (ens) oder auch ein undurchdringliches Wesen) impenetrabile).

§. 74.

Ein Ding, oder ein undurchdringliches Wesen, (§. 73.) das wirklich also vorhanden ist, (existit), ohne in einem andern Dinge zu seyn, und nicht blos in unserer Einbildung gedacht wird, heißet eine Substanz (Substantia), ein für sich bestehendes Wesen.

§. 75.

Gedenken wir uns aber Sachen, oder finden wir solche Sachen, die nicht anders, als in ei-

nem

nem undurchdringlichen Wesen (§. 73.) oder in einer Substanz (§. 74.), gedacht oder gefunden werden können: so werden dergleichen Sachen Accidenzen (accidens) genennet.

§. 76.

Z. B. Alle Körper, und alle Theile derselben, sie mögen auch so klein seyn, als sie wollen, sind undurchdringliche Wesen, Dinge (§. 73.) oder Substanzen (§. 74.). Alle Bewegung (§. 6.) aber, und was damit verbunden ist, als Druck, Stoß, Widerstand, Richtung, Geschwindigkeit, auch so gar gewissermaaßen die Ruhe, u. d. g. sind Accidenzen (§. 75.), d. i solche Sachen, die niemals außer, oder vielmehr ohne ein undurchdringliches Wesen, ohne Substanz seyn können. Denn man kann allezeit fragen, was druckt? was ist in Bewegung? was ist in Ruhe? was hat eine Geschwindigkeit? und dieses etwas ist allemal eine Substanz oder ein Körper. NB Ich weis nicht, ob ich mich recht eigentlich ausdrücke, wenn ich (§. 75.) sage, das Accidenz ist nicht anders, als in einem undurchdringlichen Wesen anzutreffen. Denn man sagt ja eben so wohl, das Ding ist in Ruhe, es ist in Bewegung, es bewegt sich in dieser Richtung, es lauft in oder mit dieser Geschwindigkeit; als man sagt, die Ruhe, die Bewegung, diese Richtung, diese Geschwindigkeit, sind in diesem Dinge anzutreffen. Welches ist also in dem andern? ist das Acci-

denz

dens in der Substanz, oder ist die Substanz in dem Accidenz? oder sage ich vielleicht schicklicher: das Accidenz haftet an der Substanz?

§. 77.

Ich glaube, es mögte eigentlicher gesprochen seyn, wenn ich sage: eine Substanz muß allemal einen gewissen **Zustand** haben, in einem Zustande seyn (§. 10): und die Bestimmung dieses Zustandes der Substanz, nennet man ein Accidenz. Z. B. Wenn ich eine Substanz setze, so ist ihr Zustand entweder Ruhe, oder Bewegung. Ist er Bewegung; so gehet diese Bewegung entweder nach dieser, oder nach jener Richtung, und zwar, mit dieser oder jener Geschwindigkeit. Die Bestimmungen des Zustandes den Substanzen sind also die Accidenzen.

Wir sehen daher, es kann eben so wenig eine Substanz ohne Accidenz seyn, als ein Accidenz ohne Substanz. Beyde sind also immer mit einander verbunden.

§. 78.

Hat ein Ding, außer der Undringlichkeit, das Vermögen die Accidenzen selbst zu verändern; so sagen wir, das Ding hat einen **Willkühr**, und wir nennen es **ein willkührliches Wesen** (ens spontaneum).

§. 79.

Substanzen aus nichts hervorbringen, heißet schaffen (creare); und machen, daß Substanzen, die einmal sind, nicht mehr sind, das heißet sie vernichten (annihilare). Dieses beydes kömmt Gott allein zu. Hingegen den Substanzen eine gewisse Bestimmung geben, d. i. machen, daß sie einen gewissen relativischen Ort behaupten müssen, oder den Ort auf gewisse Art verändern müssen, kurz den Zustand der Substanz auf irgend eine Art bestimmen: oder welches eben so viel ist, den Substanzen ein gewisses Accidenz beylegen, das heißet **wirken** (operari). Hiervon muß allemal der Grund, wenn wir auf denselben zurück gehen, in einem willkührlichen Wesen, und endlich in Gott liegen.

§. 80.

Zu jeder Bestimmung der Substanzen wird etwas erfordert, das wir **Kraft** (vis) nennen. Daher fragt sichs, was ist Kraft? was für einen Begriff sollen wir damit verbinden? dieses wollen wir jetzt genau untersuchen.

§. 81.

Alles, was einen Grund in sich enhalten kann, warum etwas werden kann, pflegen die Philosophen **Kraft** (vis) zu nennen; dieses ist der allgemeine Begriff von dem Worte **Kraft.**

§. 82.

§. 82.

Wenn dasjenige wirklich wird, was vermöge der Kraft (§. 81.) werden kann, so sagt man, die Kraft wirket (operatur), das Nennwort davon heißet das Wirken (operatio), nicht die Wirkung (effectus), welches einige mit jenem für einerley gebrauchen, indem sie actio oder operatio im Teutschen durch Wirkung ausdrücken, wodurch aber Anlaß zur Verwirrung gegeben wird. Eine Wirkung ist es, wenn dasjenige, was vermöge der Kraft hat werden können, geworden ist: (effectus) der Erfolg.

§. 83.

Man siehet hier leicht ein, daß nicht allemal mit dem Begriffe der Kraft (§. 81.) der Begriff des Wirkens (§. 82.) verbunden seyn müsse. Denn es kann zwar möglich seyn, daß etwas einen Grund zu einer Wirkung in sich fasse: aber ob es gleich möglich ist; so folgt doch noch nicht, daß es den Grund wirklich in sich fassen müsse. Es erfolgt daher nicht allemal das Wirken (§. 82.), ob gleich eine Kraft da ist.

§. 84.

Um deswillen wird die Kraft eingetheilt in die nicht zureichende Kraft (vis insufficiens), oder welches gleich viel bedeutet, (vis in actu primo), und in die zureichende Kraft (vis sufficiens), welche auch (vis in actu secundo) genennet wird. Beyde Arten der Kraft will ich durch Beyspiele erläutern.

§. 85.

Hundert tausend Ducaten sind als eine Kraft anzusehen, denn sie haben den Grund davon in sich, daß der Besitzer derselben Güther kaufen, und auf allerley Art prächtig und bequem leben kann. Das Güther kaufen, das bequem Leben, wären also in diesem Falle die Wirkung der Kraft von hundert tausend Ducaten. Folgt denn aber deswegen, daß jedermann, der diese Summe Ducaten besitzt, eben das damit thue, oder thun müsse, was ich hier angeführt habe? nein, er kann es auch unterlassen. Und ich glaube, es ließen sich Beyspiele solcher Leute, die in großen Vermögen stehen, anführen, welche nicht Güther kaufen, nicht bequem leben, und sich wohl kaum satt essen. Hier ist zwar die Kraft, aber die Wirkung erfolgt nicht nothwendig: folglich ist dieses ein Beyspiel von der nicht zureichenden Kraft (vi insufficiente oder in actu primo)(§. 84.).

§. 86.

Wenn der Besitzer der Ducaten dieselben darzu bestimmet, Güther dafür zu kaufen und gut zu leben; so wird das Wirken und die Wirkung gewiß erfolgen, wenn nur die Nebenumstände so beschaffen sind, daß die Kraft kann angewendet werden. Denn gesetzt der Besitzer der hundert tausend Ducaten wäre auf einer unbewohnten wüsten Insul ohne Gesellschaft; was könnte er mit den Ducaten, die er zum

Kauf

Kauf eines Guthes bestimmet hätte, anfangen? nichts. Wäre er aber an einem Orte, wo Güther zu verkaufen stünden, und in einem bewohnten Lande; so würde er beydes ausführen. Alsdenn wären die Ducaten durch die Bestimmung des Besitzers zur hinreichenden Kraft, (vi sufficiente oder vi in actu secundo) geworden (§. 84.). Wenn nun die Güther gekauft würden, und gut gelebt würde; so wirkte die Kraft (§. 82.). Dieses aber, daß die Güther nachdem dem Besitzer der Ducaten zugehöreten, wäre die Wirkung (effectus) (§. 82.) der Erfolg.

§. 87.

Diese Beyspiele, ob sie gleich sehr speciell sind, scheinen doch sehr geschickt zu erläutern, was sie erläutern sollen, indem wir daraus sehen,

1) daß eine nicht zureichende Kraft (§. 84.) ohne Bestimmung seyn kann, woraus an sich nichts erfolget. Denn was helfen die Ducaten, wenn ich sie zu nichts bestimme:

2) daß keine hinreichende Kraft seyn kann, ohne eine nicht zureichende. Ein Codrus, unter die an sich unzureichende Kraft der hundert tausend Ducaten unendlich erniedriget, wird in Ewigkeit, so lange er Codrus bleibt, kein Guth auch nur für zwanzig tausend Thaler kaufen: warum? weil er die an sich unzu-

reichende Kraft der großen Summe nicht besitzt:

3) sehen wir aus dem Beyspiele im vorigen §. die Bestimmung der nicht zureichenden Kraft hange von dem Willkühr des Besitzers ab: ein Umstand, den wir nicht so obenhin ansehen müssen; denn ich werde beweisen, alle Bewegung hange am Ende von einem Willkühr ab.

4) Wenn nun auch die unzureichende Kraft, durch die Bestimmung des willkührlichen Wesens, zur zureichenden Kraft geworden ist; so kann das Wirken doch noch nicht vor sich gehen, wofern die Nebenumstände nicht darzu da sind. Denn wenn ich auch Geld und den Willen habe, ein Guth zu kaufen; so kann ich doch keines bekommen, wenn keines zu verkaufen ist:

5) wenn nun das **Wirken** (operatio) vor sich gehet; so erfolgt sogleich die **Wirkung** (effectus), der Erfolg.

§. 88.

Der bisher gegebene Begriff von der Kraft (§. 81.) ist uns in Ansehung der Naturlehre noch zu allgemein, als daß wir den erforderlichen Gedanken damit verknüpfen könnten: wir wollen ihn um deswillen mehr auf den Körper anwenden, da wir ihn auf folgende Art bekommen. Alles, was in dem Zustande eines

andern

andern Dinges Veränderung machen kann, ist eine körperliche Kraft. Was ist der Zustand eines Dinges? entweder Ruhe, oder Bewegung (§. 10.), folglich, alles, was entweder ein ruhendes Ding in Bewegung bringen kann, oder die Bewegung eines Dinges ändern kann; oder kurz: alles, was die Accidenzen (§. 75: 76: 77.) der Substanzen (§. 74.) ändern kann, ist eine körperliche Kraft. Wirken heißt also den Zustand der Substanzen bestimmen.

§. 89.

Ehe ich mich auf weitere Untersuchungen einlasse, muß ich noch einige Erklärungen geben. Wir sagen, ein Ding ist **gleichgültig** zu einer Wirkung mit Bestimmung (§. 79.), wenn eben so viel Grund zu dieser, als zu einer andern oder gar entgegen gesetzten Wirkung in ihm vorhanden ist. Ist aber eine Substanz oder ein Ding nicht gleichgültig; so müssen die Gründe zu verschiedenen Wirkungen verschieden seyn, oder ungleich seyn.

§. 90.

Wenn wir uns gedenken, eine und eben dieselbe Kraft (§. 81 und 88.) sey immer unter einerley Umständen; so muß auch immer einerley Wirkung daraus erfolgen. Es ist aber einerley Kraft so lange unter einerley Umständen, bis die Umstände von einer andern Ursach geändert

ändert werden. Daher bleibt einerley Kraft immer eine und eben dieselbe Kraft, uud in einerley Umständen, sie mag mit Bestimmung wirken, oder nicht wirken, d. i. in actu primo oder secundo seyn (§. 84.), bis die Umstände geändert werden. Da nun aber ein jedes Ding, was wirklich vorhanden ist, eine Substanz genennet wurde (§. 74.), und jede Substanz, weil sie undurchdringlich ist, eben deswegen schon eine Kraft (wiewohl eine unzureichende) ist; so pflegt man zu sagen, eine jede Substanz bleibe in einerley Zustande, sie habe eine Bestimmung, oder sie habe keine, bis von einer Ursach die Umstände, und also der Zustand der Substanz geändert wird.

§. 91.

Wenn wir im künftigen von Substanzen reden werden, so wird es bisweilen für die Einbildungskraft vortheilhafter seyn, wenn man ihr mit Zeichnungen zu Hülfe kömmt: man drückt aber gerne die Substanzen im Zeichnen durch Kugeln oder Zirkel, die Bestimmungen der Substanzen durch Linien aus, die aus dem Mittelpuncte der Zirkel gezogen sind. Jenes geschiehet, theils um Irrungen zu vermeiden, worzu wir durch eine andere Figur (wiewohl vergeblich) verleitet werden mögten; theils, weil wir uns durch die Figur der Kugel am geschicktesten die kleinsten Theile der Körper vorstellen können, wovon unten mit mehrern soll

gehan-

gehandelt werden. Dieses geschiehet, weil alle Bestimmung einer Kraft nach einer geraden Linie gehen muß (§. 24. und 25.). z. B. *A* (Fig. 11.) sey eine Substanz, *c* ihr Mittelpunct, die Linie *c x* aber eine Bestimmung einer Substanz.

§. 92.

Wir haben nunmehro Gründe und Begriffe genug zum voraus gesetzt, vermöge welcher wir im Stande sind zu urtheilen. Wir wollen daher untersuchen 1) was eine körperliche Kraft sey. 2) Unter was für Umständen dieselbe unzureichend sey? 3) durch was für Umstände sie zureichend werde, oder eine Bestimmung erhalte? 4) wenn sie wirke und wie sie wirke? 5) und endlich was eine Wirkung sey? Ich hoffe, eine genaue Prüfung einiger Fälle soll uns entdecken, worin der Fehler liege, daß wir mit der gewöhnlichen Art die Begebenheiten der Natur zu beurtheilen, und ihre Ursachen zu ergründen, nicht recht fortkommen können: wir werden wahrnehmen lernen, daß bey der bisher fast unter allen Philosophen und Naturkundigern gewöhnlichen Art zu denken, vierfüßige Schlüsse gemacht worden sind, welches nothwendig zu unrichtigen Beurtheilungen Anlaß geben muß.

§. 93.

Das erste, was wir zu untersuchen haben, ist dieses. Kann eine Substanz an sich be-

trachtet unter die Kräfte gezählet werden? Ich sage ja: aber ich werde auch so gleich beweisen, daß sie nur eine unzureichende Kraft (§. 84.) ist. Dieser Satz, daß eine Substanz an sich betrachtet, eine Kraft sey, welche wirken könne, ist zeither von den meisten Philosophen für wahr und richtig angenommen worden: und man hat so gar einen Unterschied von zwiefachem Wirken angenommen, welchen einige zwar durch zwey verschiedene Wörter angedeutet, in der Ausübung aber wiederum vermenget haben. Sie sagen nämlich, ein Ding, oder eine Substanz könne wirken, blos in so fern sie ein Ding sey. Dieses haben sie durch das Wort agere oder actio angedeutet. Wenn sie aber von dem Wirken einer Substanz mit Bestimmung handeln; so nennen sie das operari oder operatio. Allein einmal hat man bey der Anwendung diese beyden Wörter verwechselt; sodann haben wir im Teutschen kein Wort, wodurch dieser Unterschied könnte bezeichnet werden; und endlich ist die ganze Sache nichts.

§. 94.

Man schließet also: eine jede Substanz (§. 74.) hat, als Substanz betrachtet, den Grund in sich, daß eine andere Substanz, in einem Moment (§. 17.), nicht einerley Ort (§. 1.) mit ihr einnehmen kann. Substanzen müssen daher immer außer einander bleiben. Das Außereinanderbleiben zwoer oder auch mehre-

mehrerer Substanzen ist also nach dem §. 82. als eine Wirkung anzusehen. Die Wirkung setzt eine Kraft zum voraus, diese Kraft ist hier die Undurchdringlichkeit (§. 73.). In Absicht auf das Außereinanderbleiben zwoer oder mehrerer Substanzen, scheinet also die Undurchdringlichkeit eine für sich hinreichende Kraft zu seyn (§. 84. und 86.), und das Außereinanderbleiben scheinet die Wirkung davon zu seyn (§. 82.). Denn es erfolgt das Außereinanderbleiben (zwoer oder mehrerer Substanzen) in allen Fällen: wir haben auch nicht nöthig, uns eine besondere Bestimmung der Substanzen dabey zu gedenken. Denn blos darum, weil Substanzen Substanzen sind, müssen sie außer einander seyn und bleiben. Dieses ist es, was die Philosophen die Wirkung eines Dinges, als Dinges nennen (actionem oder agere, wiewohl mit Unrecht). Sie sagen, dieses Wirken könne niemals von einer Substanz abgesondert seyn. Ich habe aber mit allem Fleiße gesagt, es scheinet nur eine Kraft zu seyn, und das Außereinanderbleiben scheinet eine Wirkung zu seyn. Denn ich werde gleich beweisen, daß es nichts ist. Das einzige will ich nur hier einmal für allemal erinnern, daß in diesem ganzen Hauptstücke die Fälle, welche vorgetragen werden, in einem leeren Raume müssen gedacht werden.

§. 95.

Wenn wir uns eine Substanz in einem eingebildeten leeren Raume vorstellen; so müssen wir uns allezeit dieselbe irgendwo vorstellen, d. i. die Substanz muß einen eigenen Ort schlechterdings haben (§. 3. und 5.). Sie bleibt aber die nämliche Substanz, der Ort den sie einnimmt, sey dieser oder ein anderer; also ist sie so wohl in Ansehung des absoluten, als relativischen Orts (§. 3.) gleichgültig (§. 89.). Das will so viel sagen: da der Raum, in dem die Substanz ist, leer seyn soll; so ist es gleich viel, ob sie hier, oder da, oder dort sey, alle relativische Orte sind ihr einerley. Die Veränderung aber so wohl des absoluten als relativischen Ortes, ist die Bewegung (§. 6.). Da nun die Oerter in Ansehung der Substanz einerley sind; so ist die Substanz auch in Absicht auf die Bewegung gleichgültig (§. 89.). Eine Substanz kann aber in einem Moment nur einen Ort einnehmen (§. 18.), ich mag denselben als absolut oder relativisch betrachten.

§. 96.

Wenn wir uns zwo Substanzen gedenken; so muß eine jede von ihnen ihren eigenen relativischen Ort haben: aber eben so wenig als eine Substanz in einem Moment zweyerley Orte einnehmen kann (§. 18.), eben so wenig können zwo Substanzen in einem Moment einerley Ort einnehmen. Und der verschiedene Ort

ist

ist eben dasjenige, wodurch wir zwo Substanzen von einander unterscheiden können. Denn gesetzt eine Substanz A (Fig. 12.) wäre in A, eine andere Substanz B wäre in B; so weis ich, daß B etwas anders ist, als A, weil B in einem Moment an einem anderen Orte ist, als A. Gesetzt B wäre in einem Moment in A, oder A wäre in dem nämlichen Moment in B; so könnte ich B von A und A von B nicht mehr unterscheiden: also wären beyde eine, und nicht mehr zwo Substanzen; welches widersprechend ist. Weil nun eine Substanz in einem Moment nicht zweyerley Orte einnehmen kann; so muß es in Ansehung ihrer auch gleichgültig seyn, ob in dem nämlichen Moment noch eine andere Substanz außer ihr, oder ob keine mehr da sey; denn in dem nämlichen Moment, da A in A ist, kann es nicht in B seyn: also ist es in Absicht auf A einerley, ob in B etwas sey, oder gar nichts sey. Folglich ist es A gleichgültig, ob in eben dem Puncte der Zeit B in B, oder gar nicht, oder anderswo ist. Es mag also B außerhalb A seyn, wo es wolle, so verändert es in dem Zustande von A gar nichts.

§. 97.

Kann ich also wohl sagen, (wenn ich genau seyn will) eine Substanz oder ein Ding wirke, blos weil es undurchdringlich ist? ich sollte es nicht meynen. Denn sobald ich von Substanzen nur den Gedanken zwo oder mehrere habe;

be; so muß ich mir nothwendig schon verschiedene Orte gedenken (§. 96.): und keine von den Substanzen trägt etwas darzu bey, daß die andere ist, oder daß die andere accurat da und nirgends anders ist. Es verändert also eine Substanz blos als Substanz allein betrachtet, in dem Zustande einer andern gar nichts (§. 88.), folglich wirket sie nicht (§. 88.). Daher ist die Wirkung eines Dinges als Dinges, wovon ich §. 93. und 94. handelte, eigentlich keine Wirkung (§. 82.). Also ist es nichts als ein Hirngespinste. Ich will wohl ein Beyspiel zur Bestätigung dieser Meynung anführen; allein man muß es nur so nehmen, wie ich es anführe, und die Eigenschaften der Körper auf unserer Welt nicht dabey gedenken. Ich lege Kugeln auf einen Tisch, die erste in die Mitte des Tisches, die zweyte gleich unmittelbar neben die erste gegen Morgen. Ist deswegen wohl die erste nicht mehr in der Mitte des Tisches, weil die zweyte neben ihr liegt? eine Frage, die ich zu beantworten nicht nöthig habe. Eben so ist es, wenn ich an alle andere ledige Stellen des Tisches auch noch Kugeln lege: eine jede derselben behält den ihr angewiesenen Platz, die andern mögen außer ihr da seyn, oder nicht da seyn. Es können also Substanzen als Substanzen blos des Daseyns wegen nicht in einander wirken. Wenn wir nun nach dem §. 81. die Substanzen als Kräfte ansehen wollen; so sind sie an sich betrachtet weiter

nichts,

nichts, als unzureichende Kräfte (§. 84.), die ohne Bestimmung nicht wirken, aber doch durch die Bestimmung wirken können. Was von dem §. 93. bis hierher erwiesen worden ist, erläutert die Sätze des §. 92. No. 1. und 2.

§. 98.

Weil wir hier eben nur von dem Außereinanderseyn zwoer Substanzen handeln; so können wir bey dieser Gelegenheit mit untersuchen, auf wie vielerley Art das Außereinanderseyn zwoer Substanzen möglich sey. Zween Orte zwoer Substanzen können entweder also seyn, daß noch mehrere Substanzen zwischen ihnen seyn könnten: in diesem Falle sind sie entfernet. Oder die zween Orte können also angenommen werden, daß nichts mehr zwischen ihnen seyn kann: in diesem Falle berühren die zwo Substanzen einander. Beydes, sowohl die Entfernung, als das Berühren zwoer Substanzen, ist so vielmal verschieden möglich, als es Gegenden giebt, d. i. unendliche mal (§. 21.).

§. 99.

Da nun also Substanzen an und für sich betrachtet, indem sie in Ruhe sind, nicht wirken können (§. 97.), d. i. in dem Zustande der andern keine Veränderung machen können (§. 88.); oder an sich unzureichende Kräfte sind (§. 84. und §. 87. No. 1.): so muß wohl zu dem Wirken noch etwas erfordert werden: d. i.

sie

sie müssen erst durch ein willkührliches Wesen eine Bestimmung bekommen (§. 86.). Und diese Bestimmung ist weiter nichts, als eine Bestimmung zur Bewegung. Wie dieses zugehe, wollen wir gleich untersuchen.

§. 100.

Wir wollen annehmen, A (Fig. 13.) sey ein willkührliches Wesen (§. 78.), so hat es das Vermögen sich zu bewegen, wohin es will, d. i. nach jeder Gegend insbesondere, z. B. nach g oder *h*, oder *i k l m*. Es hat aber auch das Vermögen die Bewegung zu unterlassen, und seinen Ort zu behaupten. (In der Naturlehre haben wir nicht nöthig uns darum zu bekümmern, wie dieses bey einem willkührlichen Wesen zugehe, daß es seine Accidenzen verändern kann (§. 78.); genug es kann es. Gesetzt also, A wäre in einem leeren Raume; so ist sein eigener Wille schon hinreichend, sich zu bewegen, weil außer ihm nichts ist, was seiner willkührlichen Bewegung hinderlich seyn könnte. Also kann A eine Bewegung vornehmen, nach welcher Gegend und mit was für Geschwindigkeit es ihm beliebet.

§. 101.

Wir wollen hier beyläufig diesen Umstand mit anmerken, daß, wenn A (Fig. 14.) nach der Linie *c x* sich bewegte, alle Puncte in der halben Peripherie *e f g* mit *c x* Parallellinien durchlaufen müßten.

§. 102.

§. 102.

Es sey außer A (Fig. 15.) gleich unmittelbar neben ihm eine Substanz in B; so kann A nach *f*, nach *g*, und nach *h*, und allen darzwischen liegenden möglichen Gegenden bewegt werden, ohne daß weder der Richtung seines Mittelpunctes, noch der Richtung der Puncte in dem Umkreise seiner Oberfläche etwas im Wege wäre. Hier bleibt also der vorige Fall, den ich §. 100. angeführet habe. Bewegte sich aber A also, daß sein Mittelpunct *c* die Linie *cx* durchliefe, oder auch eine andere Linie, welche zwischen *f x h* gelegen wäre; so liegt B entweder der Richtung des Mittelpunctes von A, oder doch wenigstens der Richtung eines Punctes in der Peripherie von A im Wege. So bald A sich also beweget, daß ein Punct in der Peripherie von A, durch seine Bewegung, einen Punct in der Peripherie von B trift; so sagt man, A wirke in B.

§. 103.

Wir wollen diese Beyspiele zergliedern, um das allgemeine daraus zu suchen. Das erste ist, A bekömmt durch seinen Willkühr eine Bestimmung zur Bewegung. Und daß es sich bewegt, ist eine Wirkung (effectus) seines Willkührs. Da es nunmehro eine Bestimmung hat; so ist es eine hinreichende Kraft (§. 87. No. 4. und §. 92. No. 3.), nämlich es kann wirken. d. i. Es kann unter den Umständen

ständen, worinn es ist, den Zustand einer andern Substanz verändern. Aber ob es gleich wirken kann, indem es eine Bestimmung zur Bewegung hat, und sich auch in der That bewegt; so wirket es doch nicht, wenn es sich nach *f*, *g*, oder *h* bewegt, warum? es ist der zum Wirken nöthige Umstand nicht da, nämlich es ist seiner Bewegung alsdenn nichts im Wege. Also ist dieses der zum Wirken nothwendige Umstand, daß eine andere Substanz der Bewegung des willkührlichen Wesens im Wege seyn muß (§. 92. No. 4.), eben wie (§. 87. No. 4.) ich kein Guth kaufen kann, wenn keines zu verkaufen ist. Wenn ist denn aber eine Substanz der Bewegung eines willkührlichen Wesens im Wege? alsdenn, wenn das willkührliche Wesen die Substanz berühret (§. 98.) und sich also bewegt, daß es, vermöge der Richtung seiner Bewegung, den relativischen Ort einnehmen würde, welchen die Substanz schon inne hat. Also ist eine Wirkung in einer Entfernung (Actio in distans) unmöglich.

§. 104.

Wenn eine Substanz, die die andere berühret, sich also bewegt, daß sie vermöge ihrer Bewegung sich bemühet, den relativischen Ort der andern einzunehmen, so sagen wir, sie drückt die andere. Also ist der Druck eigentlich dasjenige, was wir das **Wirken** (operatio) nennen können (§. 92. No. 4.). Wenn eine Substanz gedruckt wird, (und zwar nur

an einem Puncte) so muß sie ihren relativischen Ort, den sie vor dem Druck hatte, verlassen, d. i. sie muß bewegt werden. Wird eine Substanz, die zuvor ruhete, bewegt; so ist ihr Accidenz, welches vorher Ruhe war, in ein anders verwandelt worden, das jetzt Bewegung ist. Es ist demnach ihr Zustand geändert, und daher in sie gewirket worden (§. 88. und §. 102.). Dieses nun, daß der Zustand der Substanz, welcher vorher Ruhe war, in einen andern verwandelt worden, der jetzt Bewegung ist, ist die Wirkung (effectus) von dem Drucke (§. 92. No. 5.).

§. 105.

Erwegen wir nun, was geschiehet, wenn ein willkührliches Wesen A (Fig. 15.) vermöge seiner Bewegung in die Substanz B wirket; so thut es weiter nichts, als es giebt ihm durch den Druck von c nach x die Bestimmung, vermöge welcher es nunmehro nach und nach an alle Orte kommen muß, welche in der geraden Linie $c\,x$ liegen, d. i. es giebt ihm, (nämlich B,) eine Bestimmung. Es macht nämlich, daß in diesem Moment der Ort von B dieser seyn muß, in einem unmittelbar darauf folgenden Moment ein anderer, der gleich an dem ersten in der Linie $c\,x$ ist. Sind dieses nicht bestimmte Umstände? Die Substanz B erhält also durch den Druck des willkührlichen Wesens ihre Bestimmung zur Bewegung. Wodurch hat also

das willkührliche Wesen gewirket? durch seinen Willkühr allein nicht: auch nicht durch die Bewegung allein. Denn wenn man sich auch eine Bewegung allein ohne ein undurchdringliches Wesen gedenken könnte; so würde daraus kein Wirken erfolgen. Sie kann also durch nichts anders gewirket haben, als weil sie als undurchdringliches Wesen sich bewegt hat, und zwar also, daß sie vermöge der Bewegung den relativischen Ort der andern einzunehmen suchte.

§. 106.

Durch diesen Umstand setzte sie aber die Substanz B in Bewegung, und die Bewegung von B ist die Wirkung (effectus) der Bewegung von A. Da nun aber zu dem Wirken weiter nichts erfordert wurde, als undurchdringlich zu seyn, und in Bewegung zu seyn; so muß B nunmehro, da es dieses ist, eben auch eine Kraft mit Bestimmung seyn, die da wirken kann, wenn nur die Nebenumstände, nämlich das im Wegeseyn einer dritten Substanz darzu kömmt (§. 103.). Nunmehro werden auch die übrigen Fälle, die §. 92. No. 3. 4. 5. enthalten sind, begreiflich seyn.

§. 107.

Wir wollen auf diesem Wege unsere Schlüsse noch ein wenig weiter fortsetzen. Wir haben aus dem vorhergehenden gesehen, eine Substanz muß in Bewegung kommen, wenn sie von einem willkührlichen Wesen gedruckt wor-

den

den ist. Nunmehro ist ihr Zustand der, daß sie in Bewegung ist. Eine Substanz bleibet aber in einerley Zustande, so lange bis die Umstände und also ihr Zustand, von Ursachen geändert wird (§. 90.). Ist nun außer ihr nichts, was ihren Zustand ändern könnte; so bleibt sie in dem Zustande, worinn sie ist. Da nun B einmal in Bewegung gesetzet ist; so bewegt es sich immer, d. i. bis in alle Ewigkeit, auf einerley Art. Auf einerley Art sich bewegen heißet mit gleichförmiger Geschwindigkeit, und nach einerley Gegend, oder in einer geraden Linie sich bewegen.

§. 108.

Wie durch die Bewegung eines willkührlichen Wesens der Zustand einer ruhenden Substanz hat können geändert werden, das haben wir von dem §. 104. bis hierher gesehen. Es fragt sich nun: kann denn B (Fig. 15.) indem es der Bewegung des willkührlichen Wesens im Wege ist, eine Veränderung in dem Zustande von A machen? d. i. kann es in A wirken? ich behaupte, nein, und dieses aus folgenden Gründen. Erstlich weil im §. 97. ist erwiesen worden, daß Substanzen, an und für sich betrachtet, die in Ruhe sind, nicht wirken können; zweytens ist es aus folgendem zu ersehen. Wenn nach der Fig. 15. das willkührliche Wesen A in der Linie *c x* sich bewegen soll; so muß es nothwendig in einem gewissen Zeitpuncte

den Ort einnehmen, welchen gegenwärtig B besitzet. B muß zwar beständig einen eigenen Ort haben; es ist aber kein Grund vorhanden, warum es eben dieser Ort seyn müsse: denn alle übrigen Orte sind leer, folglich kann B einen jeden andern Ort eben so gut einnehmen, als es den Ort B einnimmt. B kann doch aber in einem Moment nicht zween Orte einnehmen (§. 18.), und dieses scheinet ein Umstand zu seyn, warum B den Ort B einnehmen müßte. Allein das verschlägt nichts: denn A kann eben so wenig in einem Moment einen andern Ort einnehmen, als den Ort A; und es kömmt vermöge der Bewegung nur nach und nach in B. Da nun A wenigstens eine unendlich kleine Zeit (§. 17. und 46.) zubringen muß, ehe es in B kommt; so kann B in eben der unendlich kleinen Zeit auch weichen, und A Platz machen. Macht B eben so geschwinde Platz, als A in seine Stelle ruckt; so verhindert es A nicht in seiner Bewegung, also verändert es in dem Zustande von A nichts, und daher wirket es nicht in A. A bewegt sich also vermöge seines Willkührs eben unter den Umständen fort, als wenn B nicht da gewesen wäre. Hier wird uns klar, was ich oben gesagt, nämlich dieses, daß in dem Schlusse, durch welchen man behauptet, Substanzen könnten an und für sich betrachtet wirken, vier Begriffe sind. Die Sache beruhet blos auf dem Begriffe von dem Orte, indem der eigene Ort (§. 4.) und der relativische

(§. 3.)

(§. 3.) mit einander verwechselt werden. Wenn ich sage, ein Ding hat den Grund davon in sich, daß ein anderes immer außer ihm bleiben muß; so ist das darum kein Grund, daß ein anderes Ding, welches in Bewegung ist, während seiner Bewegung, nicht an den relativischen Ort des ersten kommen könnte. Schließe ich nun, wenn ein Ding meinen eigenen Ort nicht einnehmen kann, so muß es außer mir bleiben; bleibt es außer mir, so mache ich, daß es diesen Ort, den es vermöge seiner Bewegung einnehmen wollte, nicht einnehmen kann; folglich bestimme ich seinen Zustand, und daher wirke ich in das Ding; so gebrauche ich das Wort Ort unter zweyerley Bedeutung, nämlich einmal in der Bedeutung meines eigenen Ortes, das anderemal in der Bedeutung meines relativischen Ortes; und also habe ich vier Begriffe in dem Schlusse. Ein anderes ist, machen daß ein Ding außer mir bleibt, ein anderes machen, daß es hier bleibt. Gehe ich hinweg; so bleibt das andere auch außer mir: es kann aber alsdenn den Ort einnehmen, welchen ich vorhin hatte. Nun liegt aber in der Bewegung des A der Grund davon, daß B hinweg gehen muß (§. 104.), in B liegt aber kein Grund davon, daß A nicht an seinen relativischen Ort kommen könnte; folglich wirket B nicht in A.

§. 109.

Wenn also B in dem Zustande von A nichts verändern kann (§. 108.), B aber durch den Druck von A (§. 104.) die Bestimmung erhält, in der Linie *c x* sich zu bewegen; so müssen sich vermöge des angenommenen Satzes, nach dem Wirken, beyde Substanzen in der Linie *c x* bewegen. Eine jede Bewegung aber ist nothwendig mit einer Richtung und Geschwindigkeit verbunden. Da nun B in dem Zustande von A gar nichts verändern kann; so kann es auch in der Geschwindigkeit von A nichts verändern. Soll es in der Geschwindigkeit von A nichts verändern, so muß es wenigstens eben so geschwind bewegt werden, als A, (ich sage hier mit Fleiß wenigstens; denn ich getraue mir in diesem Falle von der Größe der Geschwindigkeit gar kein Urtheil zu fällen). Wird B mit eben der Geschwindigkeit, welche A hat, in der Linie *c x* bewegt, und A auch; so bewegen sich beyde mit einerley Geschwindigkeit nach der Richtung *c x*. Ob sie sich nun aber gleich noch beyde berühren; so wirket doch nunmehro keine weiter in die andere. Denn nach dem Drucke, welchen B durch die Bewegung von A bekommen hatte, ist gleich ihr Zustand, in der Linie *c x* mit der Geschwindigkeit, welche A hatte, sich zu bewegen. A bewege sich nun mit fort, oder nicht; so muß doch B die nämliche Richtung und Geschwindigkeit haben, die es durch den Druck erhalten

hatte. Also verändert A in dem Zustande von B nichts mehr, ob es gleich B noch berühret. Dieser Punct steckt auch wieder in dem Beyspiele, welches ich §. 85. und 86. zu Ende angeführet habe. Denn wenn ich die Güther kaufe, so wirket die Kraft. Dieses braucht aber nur ein einziges mal zu geschehen; so ist auch gleich der Erfolg, oder die Wirkung da, welche hernach immerfort dauert. Nämlich die Güter gehören hernach beständig dem Besitzer der Ducaten, ob er sie gleich nicht immer von neuem kaufet. Eben so ist es mit der Bewegung der Substanz B, sie dauert nach dem Drucke von A beständig fort, obgleich A nicht mehr von neuem drucket; sondern der Druck nur ein einzigesmal geschehen ist.

§. 110.

Gesetzt, es wäre unmittelbar neben B (Fig. 16.) noch eine dritte Substanz D. und A wollte sich vermöge seines Willkührs in der Linie $c\,x$ bewegen; so muß, so bald sich A bewegt, auch B bewegt werden (§. 104.). Indem B bewegt wird, ist es in Absicht auf D der nämliche Umstand, wie er war, als A gegen B bewegt wurde (§. 102.). Daher muß B durch seine Bewegung D eben so gut in Bewegung bringen, wie B durch die willkührliche Bewegung von A in Bewegung gebracht wird (§. 104.). Denn der Umstand, daß A ein willkührliches Wesen ist, trägt nichts darzu bey;

sondern die Bewegung von A ist die Ursach der Bewegung von B. Da nun B eine Bewegung hat, es mag sie bekommen haben, wodurch es will; so setzt es D auch in Bewegung. B konnte aber an sich betrachtet der Bewegung von A nicht hinderlich seyn (§. 108.). Also kann auch D an sich betrachtet der Bewegung von B nicht hinderlich seyn. Ist D dem B nicht hinderlich; so ist auch deswegen, daß D außer B war, B dem A nicht hinderlich; also sind sie beyde zusammen genommen dem A nicht hinderlich. Und daher bewegen sie sich alle drey, nämlich A, B und D mit der Geschwindigkeit, welche A durch seinen Willkühr angenommen hat, von c nach x.

§. 111.

Wir wollen hieraus weiter Folgerungen machen. Kann also nach dem §. 108. B dem A nicht in der Bewegung hinderlich seyn; und D und B zusammen dem A auch nicht (§. 110.); so können drey Substanzen, die einander berühren, auch deswegen dem A nicht hinderlich seyn, weil ihrer mehrere sind: können es drey nicht, so können es z. E. hundert, oder tausend, oder unendlich viele, wenn sie in einer geraden Linie lägen, eben so wenig. Ich kann diese Meynung durch Beyspiele erläutern; will aber zuvor erst einige philosophische Terminologien daraus erklären. Wenn A in B wirket, ohne eine Veränderung in seinem Zustande zu leiden;

so

so nennet man dieses ein blos wirkendes Wesen (ens mere actiuum). B hingegen, indem es von A in Bewegung gesetzt wird, heißet ein blos leidendes Wesen (ens mere passiuum). Ist aber auch außer B noch D vorhanden, und bewegen sie sich alle drey ursprünglich durch die Bewegung von A: so ist B in Absicht auf A leidend, in Absicht auf D aber wirkend, folglich ist es leidend und wirkend zugleich (ens passiuo-actiuum).

§. 112.

Wir haben zeither gesehen, daß eine Substanz, die blos in Ruhe ist, nicht wirken kann: auch entstehet daraus keine Bestimmung, wenn mehrere beysammen sind, sie mögen einander berühren, oder nicht. Wenn ich mir nun Substanzen gedenke, so müssen sie doch erst seyn, ehe sie in Bewegung sind; selbst aber können sie ihren Zustand weder bestimmen noch verändern: daher wird zu den Bestimmungen des Zustandes der Substanzen ein willkührliches Wesen erfodert. Denn wenn ich auch sagen wollte, eine andere Substanz, die eine Bestimmung hatte, hat den übrigen die Bestimmung gegeben; so ist die Frage, woher hat sie diese Bestimmung bekommen: und diese Frage muß immer fortgesetzt werden, bis wir auf ein willkührliches Wesen kommen.

§. 113.

§. 113.

Um nur einigermaaßen meine Meynung durch ein Beyspiel zu erläutern, so will ich folgendes angeben. Wenn ich meinen Finger auf einer Seite an ein hölzernes Kügelchen lege, und denselben gegen die Kugel bewege; so empfinde ich keinen Widerstand, (wenigstens keinen merklichen). Nehme ich aber einen andern Finger, und drucke mit demselben auf der andern Seite der Kugel, der Bewegung des ersten Fingers entgegen; so empfinde ich, daß mir die Kugel widerstehet. Also ist die Undurchdringlichkeit der Kugel durch die Bestimmung meines andern Fingers erst zu einer Kraft gemacht worden, die da wirket, indem sie nun erst den Zustand meines ersten Fingers verändert. Lege ich meinen Finger an eine ganze Reihe von Kügelchen; so erfolgt das nämliche, was vorhin bey einer erfolgte, denn ich kann sie alle vor mir hinweg schieben, ohne einen merklichen Widerstand zu empfinden. So bald aber mit dem andern Finger gegen die letzte Kugel der Bewegung des ersten Fingers entgegen gedruckt wird; so bestimmet gleich eine jede derselben die unmittelbar daran liegende. Mein Finger aber, den ich als das Werkzeug eines willkührlichen Wesens Kürze halber ein willkührliches Wesen nennen will, muß ihnen erst die Bestimmung geben. Daher sind sie nunmehro alle leidend und wirkend zugleich. (entia passiuo-actiua) (§. 111.), auch so gar meine beyden Finger als willkühr-

willkührliche Wesen, sind unter den Umständen wirkend und leidend zugleich. Jedes Kügelchen wirket in seine beyden Nachbarn unmittelbar (immediate), aber diejenigen Kügelchen, und auch sogar meine beyden Finger, zwischen welchen eins oder mehrere Kügelchen sind, wirken mittelbar (mediate) in einander.

§. 114.

Es ist im vorigen §. von mir gesagt worden, man empfinde bey der Bewegung einer Kugel mit dem Finger wenigstens keinen merklichen Widerstand: es muß aber nach meiner Theorie eigentlich gar keiner empfunden werden; und dieses würde auch seyn, wenn wir in einem ganz leeren Raume die Versuche anstellen könnten, welches aber unmöglich ist. Eben daher glaube ich, ist man durch die Erfahrung auf viele unrichtige Schlüsse verleitet worden, indem man den Satz behauptet, Substanzen an und für sich betrachtet, können wirken. Ja man ist gar so weit gegangen, daß man lieber zu erweisen sich bemühet hat, es gäbe flüßige Körper, welche nicht widerstünden: und man hat daher die Erscheinungen, die die Körper im flüßigen Wesen machen, als solche angesehen, welche die Körper an sich machen würden, welches doch kein kleiner Unterschied ist.

§. 115.

Ich muß nunmehro wiederum zurück und auf den Punct kommen, wie ein willkührliches Wesen

sen eine ruhende Substanz in Bewegung setzet, um die kleinen Nebenumstände, die dabey in Erwägung zu ziehen sind, etwas genau zu untersuchen. Gesetzt A (Fig. 15.) als ein willkührliches Wesen, welches durch seine Bewegung an B gedruckt hätte, wollte nach dem Drucke sich nicht weiter bewegen, sondern ruhen. Was würde geschehen? Es ist (§. 103.) erwiesen worden, daß das willkührliche Wesen A (Fig. 15.) in dem Zustande von B nichts verändere, es mag in der Berührung mit B in Ruhe seyn, oder sich auch nach *f* oder *g* oder *h* bewegen. Wenn nun der Druck von A durch die Bewegung desselben gegen *x* an B einmal geschehen ist, wovon die Bewegung der Substanz B als eine Wirkung (effectus) des Drucks entstanden ist; so kann A, gesetzt daß es nach diesem ruhet, auch in dem Zustande von B keine Veränderung machen. Der Druck von A an B, als die unmittelbare Ursach der Bewegung von B, ist einmal geschehen. Nach dem alten Sprichworte Factum infectum fieri nequit ist es auf keine Art möglich zu machen, daß es nun nicht geschehen wäre. Die Bewegung der Substanz B ist der Erfolg von dem Drucke. Unter diesen Umständen wird demnach in dem leeren Raume die Bewegung bis in alle Ewigkeit fortdauren, A mag nach dem Drucke ruhen oder nicht.

§. 116.

Eben dieses findet auch statt, wenn mehrere Substanzen, die in gerader Linie hinter einander

der

der liegen, durch den Druck eines willkührlichen Wesens in Bewegung sind gesetzt worden. Das willkührliche Wesen mag nach dem Drucke ruhen oder nicht. Die Bewegung der Substanzen würde immer auf einerley Art fortdauren, und zwar also, daß jede Substanz die unmittelbar daran liegende beständig berührte, aber nach dem ersten Drucke, welcher im ersten Augenblicke der Bewegung geschehen muß, würde keine mehr die andere drucken.

§. 117.

Gesetzt, A (Fig. 17.) wäre vor seiner willkührlichen Bewegung von B entfernet, und bewege sich in der Linie *c x*; so wird, so bald A das B berühret, der Druck, oder das Wirken (§. 104.), eben auch vor sich gehen, wie vorher, und die Wirkung wird die nämliche seyn, wie im §. 106; nämlich beyde A und B werden mit einander in Berührung bleiben, und auch mit einander nach *x* zu gehen (§. 109.). Eine solche Art von wirken heißet aber nunmehro ein Stoß, ein Schlag (ictus, actio cum motu), weil schon eine Bewegung vorher gegangen war, ehe der Druck erfolgte. Wären mehrere Substanzen zwar in gerader Linie, aber von einander entfernet gegenwärtig, wie z. B. (Fig. 18.) A, B, D, E, F; so würde durch die willkührliche Bewegung der Substanz A von *c* nach *x*, A an B stoßen, diese beyde alsdenn mit einander in Berührung bleiben, ihre Bewegung aber fortsetzen,

setzen, und nach einer kleinen Zeit beyde zusammen an D stoßen, D auch mit nehmen, worauf alle drey an E stoßen, dieses mit nehmen, und endlich auch alle viere zusammen an F stossen, worauf sie denn alle zusammen einander berühren und nach x zu in Bewegung seyn würden. Also bewirken Druck, Schlag, und Stoß in einem leeren Raume einerley Erfolg.

§. 118.

Wir haben in den bisher angeführten Beyspielen immer nur angenommen, der Mittelpunct der wirkenden Substanz sollte also bewegt werden, daß er bey der Fortdauer seiner Bewegung an denjenigen Ort käme, wo der Mittelpunct der leidenden Substanz wäre; oder die Richtung der Bewegung einer Substanz sollte in der geraden Linie gehen, welche zwischen zween Mittelpuncten möglich wäre. Allein wenn wir uns die Bewegung einer Substanz gedenken; so haben wir §. 101. gesehen, die Puncte in der Oberfläche durchlaufen Parallellinien mit dem Mittelpuncte. Wenn wir nun den Fall setzen (Fig. 19.), daß eine Substanz A sich nach *c x* bewege, aber eine andere ruhende Substanz B in *d* berühre; so geschiehet zwar die Bewegung der Substanz A in der Linie *c x*; das Berühren aber erfolgt in *d*, und das Wirken erfolgt auch in dem Puncte, wo beyde einander berühren: denn wenn der Punct der Oberfläche von A mit *c x* parallel gehet; (§. 101.)

so

so nimmt er einen Ort ein, welchen zuvor ein Punkt von der Oberfläche von B hatte. Die Richtung der Bewegung von B, als die Wirkung (effectus) von der Bewegung von A gehet aber von *d* nach *y* (Fig. 19.). Die Wahrheit dieses Satzes wird nicht nur von der Erfahrung in vielen Fällen bestätiget; sondern sie wird auch im künftigen besser erwiesen werden. Man hat daher den allgemeinen Satz, alles Wirken der Substanzen geschiehet in einer senkrechten Linie. Denn die Linie *c d* ist nur senkrecht in Absicht auf die Oberfläche von B. Man nennet daher eine Bewegung einer Substanz gegen die andere **senkrecht**, wenn sie so geschiehet, daß der Mittelpunkt der bewegten Substanz, bey der Fortdauer der Bewegung, an denjenigen relativischen Ort kommen würde, welchen der Mittelpunkt der andern einnimmt. **Schräge** oder **schief** nennet man eine jede Bewegung einer Substanz gegen die andere, wenn der Mittelpunkt der ruhenden Substanz nicht in der Linie lieget, nach welcher die Bewegung des Mittelpunktes der bewegten Substanz gehet.

§. 119.

Aus dem Wirken einer Substanz in die andere, wo die Bewegung der wirkenden Substanz senkrecht gegen die andere gehet, erfolget, daß nach dem Wirken beyde Substanzen in Berührung bleiben, und mit einander nach der Richtung der bewegten Substanz fortgehen

Bayerische Staatsbibliothek München

(§. 109.). Aus dem Wirken aber, wo die Bewegung schräge (§. 118.) gehet, erfolgt, daß nach dem Wirken die wirkende Substanz zwar in der Richtung, welche sie vorher hatte, fortgehen muß; die Richtung der Bewegung der leidenden Substanz (§. 111.) hingegen muß allemal einen Winkel mit der Richtung der ersten Bewegung machen, der immer zwischen 0 und 90. Grad groß ist. Daher müssen beyde Substanzen immer mehr von einander entfernet werden (Fig. 19.)

§. 120.

Wenn wir nun setzen, A (Fig. 20) berühre zwo andere Substanzen B und D, und bewege sich von *c* nach *x*; so wird B nach *y* gehen, D nach *z*, und A nach *x*. Beyde Substanzen B und D zusammen können in A keine Veränderung des Zustandes machen, nach den §. 108. 110. und 111: sie würden also alle drey auseinander fahren. Wenn A an drey Substanzen zugleich träfe, als z. B. Fig. 21. an B, C, D; so würde B nach *y*, D nach *z* gehen, E allein aber würde mit A in Berührung bleiben, und nach *x* gehen. Wären außer B E und D noch mehrere, wie z. B. Fig. 22 zeiget; so scheinet es zwar, als verhinderten die äußersten immer die zu nächst daran liegenden; allein wir haben schon im §. 111. gesehen, daß durch die Vielheit der Substanzen kein Wirken entstehen kann. Können also die äußersten weichen; so können sie

sie alle weichen. Wenn nun aller Welt Substanzen also beysammen wären, daß sie einander alle berühreten, und zwar nach allen möglichen Richtungen; und ein willkührliches Wesen bewegte sich: so müßten alle Substanzen auseinander zerstreuet werden, d. i. nach allen Gegenden bewegt werden, und höchstens zwo und zwo könnten nur in Berührung bleiben. Alle zusammen aber könnten der Bewegung des willkührlichen Wesens nicht hinderlich seyn.

§. 121.

Träumereyen, werden diejenigen, die auf Erfahrung sich gründen, sagen, sind alle in diesem Hauptstücke vorgetragene Sätze. Ich halte es selbst dafür; aber träumet man den leeren Raum, worinn sie geschehen sollen, mit; so sind es lauter Wahrheiten und zwar unwidersprechliche. Ich werde, ich muß es nur zum voraus sagen, die Sache noch ärger machen, und in der Folge noch genug Urtheile vortragen, die wider die Erfahrung zu streiten scheinen. Allein wir müssen nur die irrigen vorgefaßten Meynungen fahren lassen; so werden wir nach und nach alle Wahrheiten aus Gründen einsehen lernen, wovon wir gegenwärtig noch weit entfernet sind.

§. 122.

Bisher haben wir zwar gesehen, wie Substanzen an und für sich betrachtet durch die Bewegung eines willkührlichen Wesens in Bewe-

gung kommen können, es mag eine Substanz oder mehrere seyn, sie mögen eine Lage unter sich haben, was es für eine sey. Es bleibt uns aber immer noch ein schwerer Punkt, recht überzeugend einzusehen, wie es eigentlich zugehe: ein Punkt, der den Naturkundigern so wohl als den Metaphysikern viel zu schaffen macht. Denn wollen wir uns gedenken, das willkührliche Wesen theile durch die Bewegung der Substanz etwas mit; so müßte dasselbe hernach etwas weniger von dem haben, was es mitgetheilet hätte, wie ich z. B. wenn ich einem Bettler etwas gebe, hernach um so viel weniger habe, als ich ihm gegeben habe. Gebe ich nun viel, und das auch wohl öfters; so habe ich am Ende selbst nichts mehr. Dieses scheinet bey nahe die Erfahrung bey Bewegungen auf unserer Erde zu bestätigen, indem eine Substanz, die die andere in Bewegung setzt, immer etwas zu verlieren scheinet. Aber nach der von mir angegebenen Theorie kann es in einem leeren Raume nicht so seyn: denn das willkührliche Wesen behält ja seine Bewegung, wie zuvor.

§. 123.

Es muß also wohl auf eine andere Art zugehen, wie z. B. wenn ein guter Docente oder Scribente seine Gedanken andern Leuten mittheilet, es geschehe mündlich oder schriftlich. Wenn dieses mit guter Deutlichkeit und in guter Ordnung geschiehet: so haben hernach die andern

eben

eben die Gedanken, die er hat. Deswegen verlieret aber der Docent oder Scribent seine Gedanken nicht, d. i. er kann ähnliche oder gleiche Gedanken in den Seelen anderer hervor bringen, ohne sich auszuleeren. Dieses Beyspiel erläutert ja wohl die Sache in etwas: allein es macht sie eben noch nicht recht begreiflich. Ich kann noch mehrere Beyspiele von der Art anführen. Mit einem Lichte kann ich unendlich viele andere Lichter anzünden, und es brennt deswegen nicht schwächer, als zuvor. Eben so kann man mit ein wenig Sauerteige fast allen andern Teig sauer machen. So kann man auch aus ein wenig Pomade durch Zugießung bloßen Wassers und durch Hülfe des Reibens, eine unbeschreibliche Menge Pomade machen. Und endlich soll man mit wenigen Granen vom Steine der Weisen fast alle Metalle in Gold verwandeln können. Das letzte mögte ich wohl einmal selbst sehen.

§. 124.

Da nun diese Beyspiele die Sache nicht begreiflicher machen; so sollte ich fast meynen, es müsse die Eigenschaft eines Accidenz seyn, daß es mit mehreren Substanzen verbunden seyn könne, ohne größer oder kleiner zu werden: und vielleicht irren wir uns nur in der Beurtheilung der Größe desselben. Ist wohl eine Bewegung deswegen größer, weil ich sie bey zwo oder mehreren Substanzen zugleich wahrnehme, als wenn

ich sie nur an einer allein bemerke? Nein, ich nehme sie nur an mehreren Substanzen wahr, wenn eine die andere in Bewegung gebracht hat. Wäre dieses; so müßte folgen, daß man mit einer Kutsche, wovor acht Pferde gespannet sind, eher eine Meile Weges zurücklegen könnte, als wenn nur zwey davor gespannet wären, die eben so geschwinde liefen, als die achte. So ist es eben auch mit dem Gedanken: derselbe ist deswegen nicht größer, oder wichtiger, weil mehrere ihn haben, als weil ihn nur einer hat.

§. 125.

Hieraus erhellet dieser Satz: die Größe einer Bewegung (oder auch einer Kraft) wird nicht aus der Vielheit der Substanzen, worinn sie angetroffen wird, beurtheilet, sondern vielmehr aus der Geschwindigkeit. Wiewohl ich mich auch nicht einmahl unterstehe, aus der Geschwindigkeit einer Bewegung in einem leeren Raume, die Größe derselben zu beurtheilen; sondern ich glaube vielmehr, wir können gar nicht davon urtheilen. Denn wenn ein willkührliches Wesen nur will; so ist auch gleich die Bewegung da, und von dem Wollen kann ich doch wohl nicht sagen, daß es einmal größer sey, als das anderemal.

§. 126.

Vielleicht mögte die Sache sich also gedenken lassen, daß die beyden möglichen Zustände der Sub-

Substanzen, nämlich Ruhe und Bewegung, von der Eigenschaft wären, daß das andere das erste in seine Art verwandeln, das erste das andere aber nicht in seine Art verwandeln könnte. Oder daß das andere den Grund enthalte, oder der Grund sey, warum das erste nicht seyn könne; daß erste aber keinen Grund in sich enthalte, warum das andere nicht seyn könne, d. i. das andere könne eine Bestimmung des ersten unter gewissen Umständen werden; das erste aber niemals eine Bestimmung des andern.

§. 127.

Wenn es nun an dem ist, daß die Kraft nicht größer oder kleiner wird, ob sie bey mehreren oder wenigeren Substanzen sey; so folget, daß man bey Bewegungen im leeren Raume, weder auf die Größe der Substanzen, noch auf die Vielheit derselben zu sehen nöthig habe. Wenn ich also in einem leeren Raume seyn könnte; so würde ich gleichgültig dabey seyn, ob eine Mücke oder eine Kanonenkugel mit einerley Geschwindigkeit an mich angeflogen käme; ich würde eines so wenig als das andere empfinden: aber so bald ich von einer von beyden würde seyn berühret worden; so würde ich in derselben Geschwindigkeit mit fortfliegen, mit welcher die Mücke oder Kanonenkugel an mich angeflogen käme; Würde wohl ein Soldat im Kriege seinen Kopf durch einen Kanonenschuß verlieren, wenn er mit demselben eben so geschwind aus-

weichen könnte, als die Kanonenkugel, vermöge ihrer Bewegung, sich bestrebt den Ort einzunehmen, welchen sein Kopf hat? Oder würde einer im Zweykampf können erstochen werden, wenn er eben so geschwind wiche, als der andere mit dem Degen zustößet? dieses wäre zwar wenig Courage, aber doch die beste Art den Stoß zu pariren.

§. 128.

Bisher habe ich der Einbildungskraft den Ziegel ziemlich schießen lassen: allein es war nicht anders möglich, wenn die Fälle, die ich vorgetragen habe, in einem leeren Raume seyn sollen. Ich muß mir ja alles nur einbilden, und kann keine Erfahrung zur Bestätigung anführen: die Fälle müssen nothwendig ganz anders seyn, weil sie unter andern Umständen geschehen. Will man sich aber nur ein wenig gedulden; so werde ich auch noch aus unumstößlichen Gründen darthun, warum die Erfahrung uns solche Erscheinungen darbiethet. Dieser Schluß aber gilt unmöglich: die Erfahrung lehret uns auf unserer Welt, wo alles von Substanzen voll ist, und wo die Substanzen schon Bestimmungen haben, daß die Erscheinungen so und so seyn; also werden sie auch in einem eingebildeten leeren Raume eben so seyn; also kommen diese Erscheinungen von Eigenschaften her, die Gott den Körpern oder Substanzen auf eine uns ganz unbegreifliche Art beygelegt hat.

Nein,

Nein, wir wollen erst forschen, auf welche Art es Gott möglich sey, den Körpern die Eigenschaft beyzulegen, die sie unter gewissen Umständen haben müssen: und deswegen muß ich mir erst die Substanzen an sich gedenken, und untersuchen, auf was für Art sie bestimmte Eigenschaften erhalten können.

§. 129.

Wir haben in dem §. 99. bis 102 gesehen, daß alles Wirken der Substanzen vermöge der Bewegung geschiehet. Weil nun alle Bewegung in der Zeit vorgehet (§. 19.); so hat man hieraus den allgemeinen Satz gezogen, **alles Wirken geschiehet in der Zeit** (omnis actio vel operatio fit in tempore). Ist denn aber wohl dieser Satz so allgemein und richtig, wie er das Ansehen hat? Ich glaube, wir müssen ihn, wenn er völlig richtig seyn soll, noch ziemlichermaaßen einschränken. Der Grund seiner Unrichtigkeit scheinet mir aus folgenden Ursachen zu erhellen. Daß alle Bewegung in der Zeit geschiehet, hat seine Richtigkeit (§. 19.). Aber eine Substanz, die in Bewegung ist, wirket ja deswegen noch nicht, sondern sie ist nur in dem Zustande, daß sie wirken kann. Sie ist nur unter den Umständen der Bewegung eine zureichende Kraft (vis in actu secundo §. 84. 86. 87. No. 4. 92. No. 3. 102. 203.). Eine zureichende Kraft kann zwar wirken, aber nicht eher, als bis die Nebenumstände zum Wirken

da sind; sonst müßte einer, der willens wäre für sein Geld ein Guth zu kaufen, auch gleich eins haben (§. 86.). Es wirket ja eine Substanz, die in Bewegung ist, nicht eher, als bis sie an die andere trift: dieses geschiehet aber in dem Moment, da sie die andere berühret; also nur in einem Moment. Eben so ist es, wenn zwo Substanzen einander schon berühren: so bald die eine bestimmet wird gegen die andere sich zu bewegen, in dem Moment ist gleich mit dem Anfange der Bewegung, ehe diese noch wirklich vollzogen wird, der Druck verbunden. Man nennet daher auch den Druck das Bemühen einer Substanz sich zu bewegen (conatus seu tendentia ad motum): von diesem kann man aber nicht behaupten, daß er in der Zeit geschähe; da er vielmehr in einem Moment erfolget. In dem Moment nun, da ein Druck in eine Substanz geschiehet, wird auch der Zustand derjenigen Substanz, in welche der Druck geschiehet, geändert, und der neue, durch den Druck entstandene Zustand der leidenden Substanz, ist allemal der Erfolg oder die Wirkung von dem Wirken. Einem jeden Drucke, ob er gleich keine Bewegung wirklich ist, eignet man mit allem Rechte eine Größe und Geschwindigkeit zu: es geschiehet aber nur, indem man aus der Größe der Geschwindigkeit der Bewegung, die daraus erfolgen würde, die Größe der Ursach beurtheilet. Z. B. Ein Druck, woraus eine Bewegung entstehen würde, deren Geschwindigkeit

keit 4 hieße, wäre noch einmal so groß, als ein anderer, aus welchem eine Bewegung entstehen würde, deren Geschwindigkeit nur 2 wäre. Einen solchen Druck, der nur in einem Moment geschiehet, wollen wir ein augenblickliches oder **punktliches Wirken** (actionem oder operationem momentaneam) nennen. Der Druck ist also das Wirken, der veränderte Zustand der leidenden Substanzen aber ist die Wirkung, der Erfolg. Ein anderes ist, wenn mehrere Drucke in unmittelbar auf einander folgenden Momenten durch willkührliche Wesen wiederholet werden: dieses wollen wir ein anhaltendes Wirken (actionem seu operationem continuam), einen anhaltenden Druck nennen, zum Unterschiede vom ersten.

§. 130.

Wenn zwo Substanzen (Fig. 23.), A und B, einander schon berühren, und sie erhielten hernach durch zwey willkührliche Wesen von außen diese Bestimmungen zur Bewegung, daß in einerley Zeit, A von *c* nach *x* und B von *e* nach *z* bewegt werden sollte; so würde eine jede derselben vermöge ihrer Bestimmung, den eigenen Ort der andern einnehmen müssen: dieses ist aber, wenn sie Substanzen bleiben sollen, unmöglich (§. 73. und 74.). Daher muß eine jede in die andere wirken, d. i. jede muß den Zustand der andern verändern (§. 88. und 102.). Nun ist der Zustand von A, indem

es

es durch ein willkührliches Wesen bestimmet wird, in der Linie *c x* sich zu bewegen; der Zustand von B ist aber in eben der Zeit in der Linie *e z* sich zu bewegen. Da die Linien *c x* und *e z* gleich groß sind, und die Bewegungen in einerley Zeit geschehen sollen; so würden die Geschwindigkeiten beyder Substanzen A und B gleich groß (§. 33. und 34.), folglich auch die Drucke gleich groß seyn (§. 129.). Wirkte A alleine; so würden beyde Substanzen A und B zusammen mit einerley Geschwindigkeit nach *x* gehen: wirkte aber B alleine; so würden sie beyde mit einerley Geschwindigkeit nach *z* gehen. Die Linie *c x* und *e z* machen aber zusammen genommen eine gerade Linie aus, und die Richtungen der Drucke sind einander entgegen gesetzt, auch die Drucke an sich gleich groß. Es würde daher der eine Druck beyde Substanzen eben so sehr hintreiben, als sie der andere hertreiben würde. Es würde also der eine Druck in Ansehung der entstehenden Bewegung eben so viel vernichten, als der andere hervorbringen würde. Daher wird aus diesen Drucken keine Bewegung erfolgen, sondern Ruhe. Also erfolgt aus zween gleichen Drucken zwoer Substanzen, die in entgegengesetzten Richtungen geschehen, wenn die Substanzen vorher einander berühren, Ruhe. **Hier ist ein Wirken ohne wirkliche Bewegung.** Kann ich denn also behaupten, es müsse alles Wirken in der Zeit geschehen? nein, hier sehen

wir,

wir, in dem Moment, da die Bewegung aus dem Drucke entstehen würde, gehet ja das Wirken vor sich: denn keine kann sich ja gegen die andere wirklich bewegen, weil sie die andere schon unmittelbar berühret. Nun hanget es ja von dem Willkühr der Wesen ab, ob sie in dem Moment wieder aufhören wollen zu wirken oder nicht? Ist das letzte, wollen nämlich die willkührlichen Wesen in allen auf einander folgenden Momenten ihren Druck fortsetzen; so heißet dieses ein anhaltender Druck (actio continua), ein solches Wirken aber geschiehet in einer Zeit. Man kann aber nicht sagen, alles Wirken geschiehet in der Zeit.

§. 131.

Gesetzt, es würden diese zwo Substanzen durch anhaltende Drucke von zwey willkührlichen Wesen mittelbar bestimmet (§. 113.), also in entgegengesetzter Richtung gegen einander zu drücken, wie ich im vorigen §. angeführet habe; welches so viel sagen will, die zwey willkührlichen Wesen sollen nicht die Substanzen A und B selbst berühren, sondern die Drucke sollen, vermittelst darzwischen liegender anderer Substanzen, gegen einander geschehen: so würde eben, wie vorhin, Ruhe erfolgen. Wenn ich nun diejenigen Substanzen, vermittelst welcher die Drucke geschehen, durch meine Sinne nicht wahrnehmen könnte, ich fände aber, daß A und B gegen einander druckten: so würde

de ich sagen, A und B hingen zusammen (cohaerere). Und wie groß würde nun ihr Zusammenhang (cohaesio) seyn? so groß, sage ich, als beyde gleiche Drucke der willkührlichen Wesen zusammengenommen. Z. B. Wenn ein jeder Druck = 4 wäre; so würden sie für = 8 zusammenhangen. So bald die willkührlichen Wesen beyde in einem Moment aufhören würden zu drucken, würde zwar die Ruhe wie vorhin bleiben; allein das Wirken beyder Substanzen in einander, und also das Zusammenhangen würde aufhören. Also sehen wir, daß zu dem Zusammenhangen der Substanzen ein anhaltender Druck (actio continua) willkührlicher Wesen in entgegengesetzter Richtung erfordert wird. Wir können daher die erste Regel also fest setzen: wenn zwo Substanzen, die einander berühren, mit gleichen anhaltenden gerade entgegengesetztem Drucken in einander wirken; so erfolget Ruhe, und sie hangen zusammen.

§. 132.

Gedenken wir uns, eben die zwo Substanzen (Fig. 23.) A und B würden durch anhaltende Drucke willkührlicher Wesen in entgegengesetzter Richtung also in einander zu wirken bestimmet, daß der Druck in die Substanz B zwar in der Linie *e z* geschähe, aber kleiner, als der anhaltende Druck wäre, welcher in der Substanz A von *c* nach *x* gienge; z. B. die

Größe des Drucks in B würde nur durch die Linie *e f* ausgedruckt: so würde zwar auch ein Zusammenhangen hieraus erfolgen, aber nicht Ruhe: denn der Druck von *e* nach *f* könnte zwar dem Drucke von *c* nach *x* einigen Einhalt thun, aber ihn nicht ganz vernichten; weil er nicht eben so groß ist, als der entgegengesetzte. Da wir nun angenommen haben, der Druck *e f* sollte kleiner seyn, als *c x*; so kann er auch nur einen Theil von *c x* vernichten (§. 131.). Wir wollen setzen, der Druck *e f* wäre = 2, der Druck *c x* aber wäre = 4; so würde der Druck *e f* auch nur 2 in dem Drucke *c x* vernichten. Da nun in dem Drucke *c x* nur 2 vernichtet wird, und er doch an sich = 4 ist; so bleibet bey ihm noch die Größe von 2 übrig, die nicht verhindert wird. Also muß auch eine Bewegung mit einer Geschwindigkeit = 2 erfolgen, und zwar nach der Richtung des überwiegenden Druckes, nämlich nach *c x*. Weil doch aber der Druck *e f* = 2, in dem Druck *c x* 2 vernichtet; so müssen beyde Substanzen mit einander zusammenhangen, aber nur für so viel, als die Gleichheit beyder entgegengesetzten Drucke beträgt, nämlich für 4. Wir können also die zweyte Regel fest setzen: Wenn zwo einander berührende Substanzen, mit anhaltenden ungleichen Drucken, nach entgegengesetzter Richtung in einander zu wirken, bestimmt werden; so erfolgt Bewegung, aber auf diese Art, daß beyde

Subſtanzen in Berührung mit einander bleiben, und beyde nach der Richtung des ſtärkeren Drucks bewegt werden: jedoch iſt die Geſchwindigkeit dieſer unter den gedachten Umſtänden erfolgenden Bewegung nur dem Unterſchiede beyder in einander wirkenden Kräfte gleich. Beyde Subſtanzen hangen auch zuſammen; aber die Größe ihres Zuſammenhanges wird nur dem kleinſten Drucke doppelt genommen gleich ſeyn (§. 131.).

§. 133.

Wir haben in dieſen vier letzten §. §. geſehen: wenn Drucke in entgegengeſetzter Richtung gegen einander wirken, ſo macht ein jeder derſelben, daß die Bewegung, welche aus dem Drucke der andern Subſtanz erfolgen würde, nicht ſo erfolget, wie ſie vermöge eines Drucks allein erfolgen würde. Wir nennen dieſes **widerſtehen** (reſiſtere); das Hauptwort davon heißet der **Widerſtand** (reſiſtentia). Weil nun durch Drucke in entgegengeſetzter Richtung ein Widerſtand erfolget (§. 131.); ſo ſchließen wir auch wiederum umgekehrt, daß alles, was einer Bewegung widerſtehet, in entgegengeſetzter Richtung drucken müſſe.

§. 134.

Erwägen wir nun genau, was in (§. 131.) geſagt worden iſt, daß nämlich zu einem fortdaurens-

daurenden Zusammenhange zwoer Substanzen, zween anhaltende Drucke in entgegengesetzter Richtung erfordert werden; so sehen wir leicht ein, daß zwo Substanzen in einem leeren Raume, für sich allein betrachtet, nicht zusammenhangen können, sie müßten denn von willkührlichen Wesen mit anhaltendem Drucken in entgegengesetzter Richtung dazu bestimmet werden. Wie unrichtig reden wir also nicht, wenn wir von Körpern behaupten, sie hätten eine anziehende Kraft. Ich wenigstens kann mir gar keinen Begriff von der anziehenden Kraft machen: denn aus dem vorhergehenden ist einzusehen, daß eine Kraft allemal ein Druck ist, niemals ein Ziehen. Man kann es auch aus dem §. 102. einsehen: denn wenn eine anziehende Kraft möglich wäre; so müßte bey der (Fig. 15.) die Bewegung der Substanz A, wenn sie nach *f g*, oder *h*, ginge, in dem Zustande der Substanz B, eine Veränderung machen können, welches doch nicht geschiehet.

§. 135.

Eine Substanz, die durch den Druck eines willkührlichen Wesens in einem leeren Raume in Bewegung gesetzt worden ist, wo aber das willkührliche Wesen nach dem ersten Drucke im ersten Moment nicht weiter in sie wirket, setzet zwar ihre durch den Druck bekommene Bewegung weiter fort, und das bis in alle Ewigkeit, wenn nicht ein Druck einer andern Substanz

ihr entgegengesetzt wird. Ich sage hier mit Fleiß, ein Druck einer andern Substanz: denn wenn auch andere Substanzen im Wege wären, aber ohne entgegen zu drucken; so setzte sie doch ihre Bewegung, wie zuvor, fort (§. 108. und 109.). Diese Bewegung ist aber kein anhaltender Druck (§. 131.), sondern nur eine Fortdauer des ersten Drucks (actio continuata): und aus dieser kann niemals ein Zusammenhangen entstehen, ausgenommen in einem Moment, d. i. welches nicht länger dauren würde, als ein Moment, und ich glaube nicht, daß wir dieses mit Recht ein Zusammenhangen nennen können.

§. 136.

Auch bey diesen Beweisen, welche ich von §. 129. bis hierher geführet, habe ich die Größe der Substanzen nicht in Erwegung gezogen, sondern nur die Größe der Drucke. Die verschiedene Größe der Substanzen würde auch in allen bis hierher vorgetragenen Fällen keinen Unterschied machen, sondern die Erscheinungen würden unter den Umständen in einem leeren Raume eben so erfolgen, wie ich sie angegeben habe. Besonders haben wir bey Beurtheilung natürlicher Begebenheiten auf die Drucke der Körper genau zu sehen, ob sie nämlich anhaltende Drucke sind, oder nur die Fortdauer eines vormals in einem Moment geschehenen Drucks eines willkührlichen Wesens: denn es erfol-

erfolgen gar verschiedene Wirkungen daraus. Um nun die Regeln, welche aus der Betrachtung der Größe der Drucke an sich, ohne auf die Größe der Substanzen dabey zu sehen, folgen, so viel deren nöthig sind zu finden, wollen wir noch einige Fälle betrachten.

§. 137.

Gesetzt, zwo Substanzen berührten einander unmittelbar, die eine von ihnen (Fig. 15.) A wäre ein willkührliches Wesen, und übte einen pünctlichen Druck (§. 129.) gegen B aus: so würde B in der Linie *c x*, mit der Geschwindigkeit bewegt werden, welche der Größe des pünctlichen Drucks von A proportioniret wäre (§. 115.). Gesetzt aber, B wäre schon in Bewegung von *x* nach *c*, durch die Bestimmung eines andern willkührlichen Wesens, und träfe an das willkührliche Wesen A, welches in dem Moment, da beyde einander berührten, einen pünctlichen Druck gegen B ausübte, der eben so groß wär, als der Druck, welchen B vermöge seiner Bewegung gegen A ausübte. Wäre hier nicht der Fall, welchen ich §. 130. angeführt habe, nämlich: beyde entgegengesetzte Drucke wären gleich groß? könnte also wohl etwas anders erfolgen, als Ruhe (§. 130—131.)? Also auch aus zween pünctlichen Drucken, die in entgegengesetzter Richtung gleich groß geschehen, erfolgt Ruhe. Beyde Substanzen würden nach der pünctlichen Wirkung zwar in

Berührung und in Ruhe bleiben, keine aber würde mehr in die andere wirken (§. 131.). Eben dieses muß erfolgen, wenn A und B (Fig. 17.) beyde mit gleich großer Geschwindigkeit gegen einander bewegt würden. Denn alsdenn wären die entgegengesetzten Drucke, indem sie an einander träfen, auch pünctlich und gleich groß: also würde auch in diesem Falle nach dem Zusammenstoßen Ruhe erfolgen, wie vorhin. Hieraus sehen wir: bey pünctlichen Drucken (§. 129.) wird zugleich mit dem verhinderten Erfolge auch das Wirken, und also die ganze Kraft vernichtet; da bey anhaltendem Wirken (§. 131—132.) nur der Erfolg, nämlich die Bewegung hinweg fällt, aber nicht zugleich das Wirken.

§. 138.

Lassen wir aber zwo Substanzen mit verschiedenen Geschwindigkeiten, in entgegengesetzter Richtung, an einander treffen, z. B. (Fig. 23.) die Geschwindigkeit von A soll seyn = 4. die Geschwindigkeit von B soll seyn = 2: so würden nach dem Zusammenstoßen beyde Substanzen in Berührung bleiben, doch ohne ferner gegen einander zu drucken; aber sie würden nach der Richtung des stärkeren Drucks noch beyde in Bewegung seyn, doch nur mit einer Geschwindigkeit, die dem Unterschiede der Größe beyder in entgegengesetzter Richtung geschehener Drucke gleich wäre. Also würden sie nach dem

dem hier angegebenen Falle beyde mit einer Geschwindigkeit = 2 nach der Richtung, welche A hatte, bewegt werden. Der Grund hiervon ist aus den §. 130. und 132. einzusehen, indem gleiche Drucke, welche in entgegengesetzter Richtung in einander wirken, einander vernichten: und da hier der grösere Druck durch die entgegengesetzte Wirkung nur um ein Theil des ganzen vernichtet wird; so muß noch so viel von dem grösseren Drucke übrig bleiben, als um wieviel er den kleineren übertrift. Vermöge des übrig gebliebenen Theils erfolgt also der Grösse nach die Wirkung, die ihm proportionirt ist (§. 109. und 129.).

§. 139.

Wollen wir uns einen Begriff von einem anhaltenden Drucke machen; so kömmt es mir auf solche Art am begreiflichsten vor, wenn ich mir gedenke, es folgten in allen Momenten immer neue Drucke auf einander: und daher kömmt es eben, daß, ob gleich durch entgegengesetzte anhaltende Drucke der Erfolg von den Drucken, nämlich die aus ihnen entstehende Bewegung gehindert wird (§. 130.), die Ursach, welche in allen Momenten neu ist, und folglich auch das Wirken beyder Substanzen in einander noch beständig bleibet. Da hingegen in den Fällen, wo ich nur pünctliche Drucke angenommen habe, auch gleich mit dem ver-

hinderten Erfolge das Wirken der Substanzen in einander aufhöret (§. 137.), indem keine neue Ursach dazu vorhanden ist.

§. 140.

Wenn nun eine Substanz in einer Bewegung mit einer Geschwindigkeit = 8 begriffen wäre, eine andere aber liefe mit einer Geschwindigkeit = 2 in entgegengesetzter Richtung wider dieselbe: so würden die beyden entgegengesetzten Drucke, in so fern sie gleich groß wären, einander vernichten (§. 130—137.). Also würde der kleine Druck = 2, von dem großen auch 2 vernichten: es würden also nach dem Zusammenstoßen beyde Substanzen nach der Richtung derjenigen, die die größte Geschwindigkeit hatte, bewegt werden (§. 132.); aber nur mit einer Geschwindigkeit, die dem Ueberreste der größeren Geschwindigkeit über die kleine gleich wäre; also hier mit einer Geschwindigkeit = 6. Träfe es sich, daß diesen beyden Substanzen, welche mit der Geschwindigkeit = 6 mit einander sich bewegten, eine dritte Substanz mit einer Geschwindigkeit = 4 entgegen käme: so würden nach dem Zusammenstoßen alle drey Substanzen mit einander nach der Richtung der ersten weiter fort sich bewegen, aber nur mit einer Geschwindigkeit = 2. Käme diesen drey einander berührenden Substanzen, indem sie mit einer Geschwindigkeit = 2 in Bewegung wären, noch eine vierte mit

einer Geschwindigkeit = 1 entgegen; so würden nach dem Zusammenstoßen alle vier Substanzen, mit der Geschwindigkeit = 1 nach der Richtung der ersten bewegt werden. Wenn nun diesen vier bewegten Substanzen die fünfte auch mit einer Geschwindigkeit = 1 entgegen käme: so würden sie nach dem Anstoßen alle fünfe einander berühren und in Ruhe seyn, und keine würde mehr in die andere wirken. Diese Bewegungen sind aber nur jedesmal die Fortdauer pünctlicher Drucke gewesen.

§. 141.

Hier haben wir also gesehen, ein größerer Druck könne betrachtet werden, als wäre er aus mehreren kleinen zusammengesetzt, welche kleinen zusammengenommen den großen ausmachten, oder ihm gleich wären, wie alle Größen überhaupt. Da nun entgegengesetzte pünctliche Drucke einander vernichten (§. 137—139.); so ist es gleich viel, ob ich einem großen Drucke auf einmal einen ihm gleichen Druck entgegen setze, oder ob ich ihm nach und nach so viel kleinere entgegen setze, die zusammen genommen dem großen gleich sind: in beyden Fällen vernichte ich den großen ganz, und hieraus erfolgt Ruhe. Es kann aber auch ein großer Druck, ob er gleich nur aus einem pünctlichen Druck entstanden ist, in Ansehung eines ihm entgegengesetzten kleineren angesehen werden, als wäre er ein anhaltender. Denn nach dem Wirken zwee-

zweener entgegengesetzten Drucke, welche, in wiefern sie einander gleich sind, einander vernichten, ist ja der übergebliebene Theil des gröſseren noch immer im Wirken begriffen, und bewirket auch noch beständig eine Bewegung, die seiner Gröſse gemäſs ist (§. 139.).

§. 142.

Ob wir nun gleich bey den (§. 140.) angeführten Fällen zweyerley Wirkungen oder Erfolge wahrnehmen, nämlich das Aufhören der Bewegung der Substanz, welche mit der kleinen Geschwindigkeit bewegt wird, und auch wiederum die umgekehrte Bewegung der Substanz, welche die kleine Geschwindigkeit hatte; so muſs doch beydes, durch einen einzigen gröſseren Druck, in einem Moment bewirket werden, indem die Ursach blos und allein in der Gröſse des Wirkens lieget.

§. 143.

Wir wollen noch einige Fälle vornehmen, um zu sehen, was unter verschiedenen Umständen geschehen könne. Es seyn z. E. (Fig. 18.) F. E. D. B. A. Substanzen, welche durch ein willkührliches Wesen, alle in auf einander folgenden Zeiten mit gleicher Geschwindigkeit in der Linie $c\,x$ sich zu bewegen wären bestimmet worden, und zwar also, daſs nach der Zeit, da F seine Bewegung in der Linie $c\,x$ durch den Raum $c\,B$ vollendet hätte, E anfinge dem F

nach=

nachzufolgen, in der Zeit, da *E* den Raum *c B* zurückgelegt hätte, *D* anfinge ihm nachzufolgen, in der Zeit, da *D* den Raum *c B* durchlaufen hätte, B anfinge ihm mit der nämlichen Geschwindigkeit nachzufolgen; und endlich, wenn auch B von *c* nach B gekommen wäre, A ebenfals mit derselben Geschwindigkeit nachfolgte: so würden, nachdem dieses geschehen wäre, alle fünf Substanzen zugleich in der Linie *c x* in Bewegung seyn, und in einem leeren Raume diese Bewegungen mit gleichförmiger Geschwindigkeit bis in alle Ewigkeit fortsetzen, also daß immer eine der andern auf dem Fuße nachfolgen, aber keine der andern näher kommen würde, als sie durch die Bestimmung des willkührlichen Wesens derselben einmal schon ist. Wenn nun der Substanz F eine andere in entgegengesetzter Richtung entgegen käme, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die der Geschwindigkeit von F gleich wäre: würde da nicht F, und die ihm entgegen gekommene Substanz, nach dem Zusammenstoßen in Ruhe seyn (§. 137.)? Sie wären aber kaum in Ruhe, so würde E an beyde anstoßen, und sie von neuem wieder in eine Bewegung setzen, die mit der Geschwindigkeit, welche E hat, nach *x* zu laufen würde. Wollte ich auch diese von neuem entstandene Bewegung wiederum zur Ruhe bringen; so müßte ich noch eine neue Substanz diesen dreyen in Bewegung begriffenen mit einer ihrer Geschwindigkeit gleichen Geschwindig-

keit, ihnen entgegensetzen. Wer siehet nun nicht ein, daß, um alle diese hinter einander mit gleicher Geschwindigkeit sich bewegenden Substanzen in Ruhe zu bringen, eben so viel Substanzen nach und nach ihnen entgegen kommen müßten, als ihrer von Anfang in Bewegung gesetzt wären.

§. 144.

Ist nicht hier der nämliche Umstand, welchen ich §. 139. angeführet habe? nämlich die auf einander folgenden Drucke sind zusammen als ein anhaltender Druck anzusehen. Nur ist hier der Unterschied, daß uns die auf einander folgenden kleinen Zeiten, in welchen die auf einander folgenden Bewegungen geschehen, noch in die Sinne fallen, welches aber, wenn die Substanzen, die hinter einander bewegt werden sollen, gleich unmittelbar auf einander folgen würden, nicht mehr merklich seyn würde. Könnten denn aber die hinter und nach einander bewegten Substanzen auf diese Art, wie ich es im vorhergehenden Paragraphen angegeben habe, durch einen einzigen pünctlichen Druck in diese Bewegung gesetzt werden? Müßte nicht das willkührliche Wesen viele pünctliche Drucke nach einander ausüben? Also sehen wir, wenn ein willkührliches Wesen einen anhaltenden Druck gegen eine Substanz ausüben will: so muß es in allen auf einander folgenden Momenten von neuem wirken. Wir mögen also die

in

in einzelnen Momenten sich äußernden Drucke so klein annehmen, als wir wollen; so wird doch durch die öftere Wiederholung der einzelnen Drucke, die zusammen einen anhaltenden ausmachen, die Größe derselben wachsen. Und also wird jeder anhaltender Druck endlich einem pünctlichen, den wir so groß annehmen können, als wir wollen, nicht nur gleich werden, sondern bey der Fortdauer ihn gar an Größe übertreffen.

§. 145.

Geschähe es nun, daß eine Substanz, mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt, an ein willkührliches Wesen träfe, welches gegen die Substanz einen anhaltenden Druck ausübte; so mag der anhaltende Druck des willkührlichen Wesens aus noch so kleinen Theilen bestehen; er ist als anhaltender Druck doch allemal vermögend, die Bewegung der Substanz, die nur eine Fortdauer eines pünktlichen Drucks seyn soll, zu vernichten (§. 144.). Nachdem der anhaltende Druck des willkührlichen Wesens die Bewegung und den Druck der an ihn stoßenden Substanz vernichtet hätte; so würde es durch die fernere Ausübung des anhaltenden Drucks die Substanz nach der Richtung in Bewegung setzen, nach welcher der anhaltende Druck desselben ginge, und zwar mit der Geschwindigkeit, die ihm gleich wäre (§. 109.). Gesetzt, in dem darauf folgenden Moment würde dem

anhal-

anhaltenden Drucke des willkührlichen Wesens ein anderer anhaltender ihm gleicher Druck entgegenge setzt, der Substanz aber, die den Druck des willkührlichen Wesens ausgehalten hätte, würde kein neuer Druck entgegen gesetzt: so müßte das willkührliche Wesen ruhen (§. 130.); die Substanz aber, mit einer dem Drucke des willkührlichen Wesens proportionirten Geschwindigkeit, bewegt werden (§. 109. 115).

§. 146.

Dieser im vorigen Paragraphen angeführte Satz lässet sich durch folgende Vorstellung am leichtesten begreifen. Man gedenke sich, es druckten zwey Menschen mit den Händen in entgegengesetzter Richtung gleich stark gegen eine Kugel Fig. 24. an der Kugel aber wäre ein Zapfen *e*, welcher zwischen den Fingern der einen Hand durchginge: so würde die Kugel, da sie in entgegengesetzter Richtung gleich stark gedruckt würde, zwar in Ruhe seyn, aber nach entgegengesetzter Richtung drucken (§. 130.). Gesetzt, es käme eine andere Kugel B mit einer Geschwindigkeit = 4 gegen das Zäpfchen *e* angelaufen, und stieße an dasselbe Zäpfchen *e*; die Bewegung der Kugel B wäre aber nur durch einen pünctlichen Druck entstanden: so müßte die Kugel, welche zwischen beyden Händen ist, (wenn sie von den Händen nicht gedruckt würde) mit B in Berührung bleiben, und mit der Geschwindigkeit, welche B hat, nach der Richtung

tung von B fort bewegt werden (§. 109. 117.). Da sie aber entgegen druckt; so ist es eben so gut, als wäre sie in entgegengesetzter Richtung schon bewegt worden. Denn eine Kugel, die in entgegengesetzter Richtung bewegt worden wäre, würde auch weiter nichts thun, als in die anstoßende Kugel wirken. Also muß die gedruckte Kugel erstlich die Kugel B in Ruhe bringen: da nun aber der Druck der Kugel, welche zwischen beyden Händen ist, ein anhaltender Druck ist; so muß die Kugel B eine Bewegung aufs neue von ihm erhalten. Man könnte mir hier die Einwendung machen, es wäre zwar der Druck der Kugel zwischen beyden Händen ein anhaltender Druck, dem aber von der andern entgegen druckenden Hand widerstanden würde, und zwar also, daß er wegen der Gleichheit der Drucke beyder Hände, weiter, außer die Wirkung der entgegen druckenden Hand zu vereiteln, nichts thun könnte. Allein erwägen wir, daß vermöge der anstoßenden Kugel an das Zäpchen e, die Kugel zwischen beyden Händen weichen, und also so zu sagen von der Hand, wodurch das Zäpfchen gehet, abgehen müßte, ohne daß die Hand an diesem Abweichen Ursach wäre: so kann die Hand, wodurch das Zäpfchen gehet, nicht mehr eben so stark in die Kugel drucken, als zuvor: der Druck der gegen über stehenden Hand wirket also vermittelst des Zäpfchens an die an ihn stoßende Kugel B, um so viel, als der Druck der Hand bey B geringer worden ist,

als

als der Druck der gegen über stehenden Hand. Dieses ist aber eben so viel, als der Druck der Kugel B betragen hat. Nun ist der Druck der Hand ein anhaltender Druck: wenn derselbe also im ersten Moment nur hinreichend gewesen wäre B in Ruhe zu bringen; so wird er im andern unmittelbar drauf folgenden Moment B nach seiner Richtung wieder zurück treiben. In dem nämlichen Moment aber, da B wieder zurück getrieben wird, druckt auch die Hand bey B wieder eben so stark als zuvor; also erhält sie die Kugel zwischen beyden Händen in Ruhe. Die Kugel B aber wird, durch den anhaltenden Druck der ihr entgegen druckenden Hand, eine neue Bewegung nach entgegengesetzter Richtung erhalten.

§. 147.

Aus diesen in gegenwärtigem Hauptstück vorgetragenen Sätzen und Fällen haben wir einsehen lernen, wie die Drucke der Substanzen von einander müssen unterschieden werden, ob es nämlich anhaltende oder pünktliche Drucke sind, und in wiefern auch pünktliche Drucke, wenn sie nur größer sind, als andere ihnen entgegen gesetzte, als anhaltende zu betrachten sind. Das allgemeine, was wir daraus ziehen können, beruhet in folgenden wenigen Sätzen.

1) Jeder Druck, wenn ihm keiner entgegen gesetzt ist, bewirket Bewegung, und entstehet auch aus und durch Bewegung; am Ende

aber

aber liegt der Grund darzu allezeit in einem willkührlichen Wesen.

2) Jeder anhaltender Druck wird einem pünktlichen wenigstens allemal gleich seyn; auch nach Beschaffenheit der Umstände denselben, er sey so groß, als er wolle, übertreffen.

3) Aus zween entgegengesetzten pünktlichen gleichen Drucken erfolget nicht nur Ruhe, sondern die Drucke vernichten einander ganz.

4) Aus zween entgegengesetzten pünktlichen ungleichen Drucken erfolgt nur eine Verminderung des größeren, und also nur eine Verminderung der Geschwindigkeit der Bewegung; der kleinere wird aber gar vernichtet.

5) Zween entgegengesetzte anhaltende gleiche Drucke bewirken Ruhe und Zusammenhangen, dessen Größe beyden Drucken zusammengenommen gleich ist.

6) Zween entgegengesetzte anhaltende ungleiche Drucke bewirken zwar auch das Zusammenhangen; die Größe des Zusammenhanges ist aber nur dem kleinsten Drucke doppelt genommen gleich. Sie bewirken aber zugleich Bewegung nach der Richtung des größeren Drucks; doch nur mit einer Geschwindigkeit, die dem Unterschiede beyder entgegengesetzten Drucke gleich ist.

§. 148.

§. 148.

Wir haben bisher gesehen, wie alle mögliche Substanzen, wenn sie blos an sich betrachtet beysammen wären, durch die Bewegung eines einzigen willkührlichen Wesens auf solche Art müßten bewegt werden, daß sie sich nach allen möglichen Gegenden unfehlbar zerstreuen würden. Wir mögen uns die Verbindung derselben an sich gedenken, wie wir wollen; so können wir keinen Grund darinnen finden, wodurch dem Zerstreuen der Substanzen Einhalt geschehen möchte, wenn sie einmal durch ein willkührliches Wesen in Bewegung gesetzt würden. Nun bestehet die Welt aus allen Substanzen zusammen genommen. Kein menschlicher Verstand ist hinreichend weder die wahre Größe, noch die Anzahl der Substanzen, die die ganze Welt ausmachen, sich zu denken. Indessen ist es doch eine gewisse Sache, wenn wir sagen, die Welt sey endlich; d. i. die Dinge, welche zusammen genommen, die Welt ausmachen, müssen durch eine gewisse Zahl können bestimmet werden. Hingegen ist der idealische, oder leere Raum (§. 11. und 13.) unendlich groß, d. i. er kann gar keine Grenzen haben. Also ist hier einer der Fälle, welche ich (§. 95 bis 120.) angeführet habe, nämlich die Substanzen, die die Welt ausmachen, sind in einem leeren Raume. Bewegungen, die allemal ihren ersten Ursprung in willkührlichen Wesen haben müssen (§. 112.), sind genug in der

Welt

Welt, wie die Erfahrung zeiget: also müßte, nach meinen Beweisen, alles auseinander zerstäuben.

§. 149.

Im §. 113. wies ich, daß durch den entgegengesetzten Druck zweyer willkührlicher Wesen, alle Substanzen, welche in einer geraden Linie zwischen den willkührlichen Wesen inne lägen, eine jede in die andere auf diese Art wirkte, daß keine Bewegung also erfolgte, wie sie hätte erfolgen müssen, wenn nur ein willkührliches Wesen allein auf einer Seite gedruckt hätte. Wenn ich mir nun den Fall gedenke, daß eine sehr große Anzahl Kügelchen auf solche Art einander berührten, daß das Berühren nach allen möglichen Gegenden geschähe; und haben wollte, daß sie alle in einander wirken sollten: wäre dieses wohl auf eine andere Art möglich, als auf diese: ich müßte von außenher, durch Hülfe willkührlicher Wesen, von allen Seiten gegen sie drucken? So bald dieses geschähe, würden alle Kügelchen leidend und wirkend zugleich seyn (§. 113.). Hingegen, wenn dieses nicht geschähe, dürfte auch nur eine Mücke als ein willkührliches Wesen mit unter den Kügelchen seyn, und nur einen Fuß bewegen; so wäre dieses schon Ursach genug, daß alle Kugeln auseinander führen, und also zerstreuet werden müßten.

§. 150.

Folgt nun nicht hieraus dieses? wenn die Welt bestehen soll, d. i. wenn die Substanzen, welche zusammengenommen, indem sie in Verbindung mit einander sind, die Welt ausmachen, in der Verbindung bleiben sollen; und doch zugleich Bewegungen unter den Substanzen statt finden sollen; so müssen erstlich die Substanzen, welche die Welt zusammengenommen ausmachen, von außenher zusammengehalten werden: zweytens müßten auch einzelne Theile in Bewegung gesetzt werden. Beydes kann ohne willkührliche Wesen nicht geschehen (§. 112.). Nun ist außer der Welt nichts als Gott. Wenn demnach die Welt bestehen soll; so muß Gott nothwendig in die Welt auf zweyerley Art wirken: einmal müssen die Dinge zusammen gehalten werden; sodann müssen innerliche Bewegungen von ihm hervorgebracht werden. Aus diesen Grundsätzen nun, daß Gott auf zweyerley Art in die Welt wirket, lassen sich alle mögliche Erscheinungen und Eigenschaften, die wir an Körpern auf unserer Welt wahrnehmen, auf eine leicht begreifliche Art einsehen und erklären. Wir müssen nur eine historische Erkänntniß der Verbindung der Dinge, die die Welt zusammen genommen aus machen, haben. Ehe wir aber diese historische Erkänntniß vortragen, wollen wir nur einige kleine Versuche, die jedermann wenigstens leicht begreifen und einsehn kann, anführen. Ich hoffe, sie sollen uns zubereiten,

von

von den Begebenheiten in der Welt richtige Urtheile fällen zu können.

Das dritte Hauptstück.
Von Bestimmung der Kraft durch Hülfe flüßiger Wesen.

§. 151.

Jedermann weis, was Wasser ist: ich will nur noch hinzusetzen, daß man sich die Theilchen des Wassers als kleine Kügelchen gedenken soll. Wir wollen uns jetzt nicht darum bekümmern, ob diese Theilchen unter einander zusammenhangen und schwehr sind, oder nicht: dieses ist mir bey meinem Vorsatz gleichgültig, und wir wollen es bey Seite setzen. Man gedenke sich, eine Menge Wasser wäre als eine Menge kleiner Kügelchen in ein Gefäß eingeschlossen, und zwar also, daß nicht ein einziges Theilchen mehr Platz in dem Gefäße haben könnte; so würden die Kügelchen alle einander berühren, und dieses in so viel Puncten, als es von Kugeln, die gleiche Größen haben, geschehen kann, d. i. ein jedes Kügelchen würde von 12 andern in 12 Punkten berühret werden. Zwischen den Kügelchen aber müßten da, wo dieselben einander vermöge ihrer Figur nicht berühren können, lee-

re Räumchen seyn, die eine eckigte Form haben würden, welche sich besser gedenken, als beschreiben lässet: doch müßten diese Räumchen immer eine Verbindung mit einander haben, also daß man von einem zum andern kommen könnte. Weil nun so viel Kügelchen, als möglich, in dem Gefäße, das allenthalben zu wäre, enthalten seyn sollen; so müßten die Kügelchen alle einander nach allen möglichen Richtungen gleich stark drucken: denn allenthalben werden sie ja von den Seiten des Gefäßes, welche auch drucken, begrenzt, und eingeschlossen. Die Gestalt des Gefäßes mag sich ein jeder gedenken, wie er selbst will.

§. 152.

Da nun diese Kügelchen, woraus das Wasser bestehet, Substanzen, und in dem Gefäße so enge, als es möglich ist, eingeschlossen sind; so bestimmet immer eine jede derselben die unmittelbar daran liegenden, daß sie sich nicht so bewegen können, wie es vermöge des Drucks der Seiten des Gefäßes geschehen sollte; sie sind also alle leidend und wirkend zugleich (§. 113.). Wenn nun in diesem Wasser eine Kugel von anderer Materie, z. B. von Holz oder Wachs wäre; so würde diese eben so gut durch die umstehenden Theilchen des Wassers von allen Seiten her gleich stark gedruckt: also wäre auch diese unter solchen Umständen wirkend und leidend zugleich. Es fragt sich nun aber, kann denn

diese

diese Kugel in dem Wasser bewegt werden? und was für Umstände kommen dabey vor?

§. 153.

Wenn die Kugel von kleineren Kügelchen umgeben ist; so darf man sich nicht gedenken, als ob diese kleinen Kügelchen in geraden Linien über und neben einander stehen könnten, wie z. B. die Fig. 25. zeiget. Denn in diesem Falle wäre es unmöglich, daß die große Kugel könnte bewegt werden, ohne das Gefäß zu zerbrechen. Auf diese unrichtige Beurtheilung der Lage der Theile gründet sich der falsche Gedanke, welchen einige der Alten unter den Naturlehrern gehabt haben: daß man bey der Bewegung eines Fingers gegen den Syrius, auch alle Theile, welche zwischen dem Syrius und dem Finger lägen, mit bewegen müsse. Nein, wenn eine grössere Kugel von allen Seiten mit kleineren umgeben ist, und die kleinen Kügelchen so nahe an einander liegen, als es seyn kann, auch eine jede von so viel andern berühret wird, als es unter den Umständen möglich ist; so können niemals mehr, als zwey und zwey Kügelchen so liegen, daß die Mittelpuncte derjenigen, welche einander unmittelbar berühren, in gerader Linie über einander stünden. Die Fig. 26. wird uns von dieser Wahrheit überzeugen. Man sehe jede von den Kügelchen an, welche man wolle; so werden niemals mehr als zwey und zwey, die einander berühren, eine solche Lage haben können,

nen, daß die Mittelpuncte in einer geraden Linie lägen, man mag die Flächen der Schichten nehmen, wie man immer will. Und man betrachte die Lage der Mittelpuncte von drey Kügelchen; allezeit ist da ein Winkel: oder soll kein Winkel seyn; so müssen die Kügelchen, deren Mittelpuncte in gerader Linie liegen, einander nicht unmittelbar berühren, wenn ihrer mehrere sind, als zwey.

§. 154.

Soll nun die große Kugel bewegt werden; so könnten nicht mehr, als höchstens zwey kleine Kügelchen in der geraden Linie liegen, wohin die Bewegung des Mittelpunctes der grossen Kugel gienge: die andern alle hätten in Ansehung der Bewegung der großen Kugel eine schiefe Lage (§. 118 und 153.). Eine jede derselben würde daher in der Richtung gegen die andere drucken, in welcher die Berührungspuncte wären (§. 118.). Nun ist aber das ganze Gefäß voll; folglich kann keine vermöge des Drucks weichen, wie es doch sonsten geschehen sollte. Wenn wir aber erwägen, daß die große Kugel, so bald sie nur nach einer Gegend besonders drucket, aufhören muß nach der gegen über stehenden Seite zu drucken; daß ferner, so bald eine Bewegung der großen Kugel zu entstehen anfängt, in dem Moment auch auf der hintern Seite der Kugel ein Raum entstehen muß; so müssen nun in diesem Raume die Kügelchen,

chen, welche zunächst daran liegen, indem sie schon von allen Gegenden her von den Seiten des Gefäßes gedruckt sind, weichen, oder eintreten. Andere aber, die zunächst an diesen liegen, treten an ihre Stelle: und dieses gehet so fort, daß immer die weiter vorwärts liegenden Kügelchen seitwärts ausweichen, die zur Seite gelegenen aber immer hinterwärts in die leeren nun größer gewordenen Räumchen eintreten. Also kann in einem mit Kügelchen angefüllten Raume, der von außenher von den Wänden eines Gefäßes eingeschlossen ist, dennoch eine Bewegung einer größern Kugel vor sich gehen.

§. 155.

Wenn die große Kugel ein willkührliches Wesen wäre; so würde zwar allezeit vermöge ihres Willkührs eine Bewegung erfolgen; niemals aber mit derjenigen Geschwindigkeit, welche aus eben der Größe des Drucks, wenn das willkührliche Wesen in einem leeren Raume wäre, erfolgen würde. Denn das willkührliche Wesen würde in dem ersten Moment, in welchem seine Bewegung sich anfinge, auf der Seite, wohin die Bewegung gerichtet wäre, den Druck allein empfinden, welcher von den Seiten des Gefäßes vermittelst der kleinen Kügelchen ihm entgegengesetzt wäre (§. 146.). Drucke, die in entgegengesetzter Richtung wider einander wirken, widerstehen einander (§. 130. und 131.): daher würde das willkührliche Wesen einen Wi-

derstand empfinden, der zwar niemals die Bewegung desselben ganz vereiteln könnte, aber dieselbe doch vermindern müßte. Es fragt sich nun: wie groß ist dieser Widerstand, und was kann daraus erfolgen?

§. 156.

Wenn die große Kugel, in Ansehung der Größe der kleinen, ein großes Verhältniß hat, d. i. wenn sie viel größer ist, als die kleinen Kügelchen; so kann man leicht einsehen, daß nicht nur mehrere kleine Kügelchen zugleich der Bewegung der großen im Wege stehen, indem schon eine größere Anzahl kleiner Kügelchen auf der Fläche der großen ruhet; sondern auch die Lage der kleinen Kügelchen unter sich so beschaffen ist, daß drey Mittelpuncte einen Winkel machen, welcher der geraden Linie, oder 180 Graden immer näher kömmt, je kleiner die Kügelchen in Ansehung der großen Kugel sind. Daher müssen die Bewegungen, vermöge welcher zwey Kügelchen in einander zu wirken bestimmet werden, mehr senkrecht geschehen (§. 118.). Aus diesen Umständen erfolget aber schon eine größere Wirkung, d. i. ein größerer Widerstand. Daher wird bey der Bewegung einer großen Kugel, nach dem Verhältnisse ihrer Größe, oder vielmehr nach dem Verhälniß der Größen der halben Oberflächen, der Widerstand der kleinen Kügelchen ab und zunehmen.

§. 157.

§. 157.

Wir können leicht begreifen, daß, wenn auch eine Bewegung einer großen Kugel wirklich geschiehet, in allen Momenten der nämliche Widerstand unverändert bleiben müsse: denn die große Kugel mag vermöge ihrer Bewegung an einen Ort innerhalb dem Gefäße kommen, an welchen sie will; so trift sie beständig an Kügelchen, die den ihr entgegengesetzten Druck durch die Seiten des Gefäßes schon haben. Soll also die Kugel mit gleichförmiger Geschwindigkeit (§. 47.) durch einen mit kleinen Kügelchen angefüllten Raum bewegt werden; so muß durch einen neuen Druck in allen Momenten die Geschwindigkeit wieder ersetzet werden, welche durch den der Bewegung entgegengesetzten Druck war vernichtet worden: daher gehöret zu einer gleichförmigen Bewegung in einem flüßigen Wesen, (so wollen wir die ganze Menge der kleinen Kügelchen, die in dem Gefäße enthalten sind, nennen) ein anhaltender Druck, der immer von der Geschwindigkeit bey der Bewegung einer großen Kugel so viel wieder ersetzet, als durch den Widerstand des flüßigen Wesens verlohren gehet.

§. 158.

Wären die Umstände also, daß das willkührliche Wesen vor der Bewegung eine andere Kugel, die vor ihr läge, schon berührte; so siehet jedermann ein, da dasselbe bey der Bewe-

gung in einem flüßigen Wesen schon an sich einen Widerstand bekommen muß, der sich nach der Größe seiner halben Fläche richtet (§. 156.); daß die Kugel diesen Widerstand vermehren müsse, weil sie selbst auf ihrer halben Oberfläche einen Druck, d. i. einen Widerstand bekömmt. Also ist jetzt der Widerstand, der der Bewegung des willkührlichen Wesens und der andern Kugel zugleich entgegengesetzet wird, so groß, als beyde halbe Oberflächen, nämlich der Kugel und des willkührlichen Wesens zusammen genommen. Wäre noch eine dritte Kugel mit im Wege; so würde der Widerstand so groß, als alle drey halbe Oberflächen zusammengenommen. Hier ist aber dieß noch zu merken: da, wo die großen Kugeln einander berühren, kann keine kleine seyn: und also muß der Widerstand um so viel kleiner seyn, als dieselben Oberflächen, um wie viel die Berührungspuncte der großen Kugel betragen.

§. 159.

Wir wollen uns gedenken, eine Kugel würde durch den Druck eines willkührlichen Wesens, in einem flüßigen Wesen, also in Bewegung gesetzt, daß nach dem ersten Drucke das willkührliche Wesen nicht mehr in die Kugel wirke. Gesetzt die Bewegung, welche aus der Wirkung entstanden wäre, geschähe mit einer Geschwindigkeit, die $= 6$ wäre; der Widerstand in dem flüßigen Wesen auf der halben Ober-

Oberfläche betrüge = 1, und zwar bliebe in allen auf einander folgenden Momenten der Widerstand gleich. Wir wollen 6 Theile der Zeit annehmen, in welchen die Bewegung geschähe; so würde in dem ersten $\frac{1}{6}$ der Zeit, der Raum nicht der sechste Theile seyn können; sondern er würde um $\frac{1}{6}$ Theilchen von dem 6ten Theil kleiner seyn, folglich = 5. In den andern Theilchen der Zeit würde er um $\frac{2}{6}$ Theilchen kleiner seyn: also wäre der Raum in diesem Theilchen der Zeit nur = 4. Im dritten Theilchen der Zeit wäre er um $\frac{3}{6}$ kleiner: also nur noch = 3. Im vierten Theilchen der Zeit wäre er um $\frac{4}{6}$ kleiner, als im ersten; also = 2. Im fünften Theilchen um $\frac{5}{6}$ kleiner, also = 1. Endlich nach der sechsten Zeit um $\frac{6}{6}$ kleiner; also = 0. Eine Bewegung, die unter solchen Umständen geschiehet, wurde nach dem §. 52. eine Bewegung mit ordentlich abnehmender Geschwindigkeit genennet. Diesemnach ist eine jede Bewegung einer Kugel in einem flüßigen Wesen, wenn sie allein eine Fortdauer von dem pünctlichen Drucke eines willkührlichen Wesens ist, eine Bewegung mit ordentlich abnehmender Geschwindigkeit.

§. 160.

Erwägen wir die Umstände genau, welche bey Bewegungen anderer Körper in flüßigen Wesen vorkommen; so sehen wir erstlich, daß die leeren Zwischenräumchen, welche nothwendig,

dig bey Kügelchen statt finden müssen, derjenige Umstand sind, ohne welchen keine Bewegung geschehen kann. Denn wenn wir uns gedenken wollten, die Theilchen, woraus ein Körper zusammengesetzt wäre, hätten eine solche Gestalt, daß die Oberflächen derselben einander in allen Puncten berühren könnten; so wäre aller Raum mit undurchdringlichen Wesen angefüllt. Wohin sollten also die Theilchen weichen? Wir mögen uns demnach die Fälle gedenken, wie wir wollen; so ist ohne leere Räumchen keine Bewegung möglich. Die Erfahrung bestätiget auch diese Meynung: denn ob wir gleich keinen Körper haben, bey welchem die Theilchen in allen Puncten einander berührten; so haben wir doch feste Körper, bey welchen wir die Lage der Theile nicht ändern können: und innerhalb diesen kann keine Bewegung statt finden. Wir sehen also schon, wo Bewegungen seyn sollen, müssen leere Räume seyn.

§. 161.

Man hat zwar die Meynung, als wären die Zwischenräumchen, welche die Theile der Körper ließen, mit einem flüßigen Wesen angefüllt. Allein wenn auch dieses ist; so lassen doch die Theilchen der flüßigen Wesen, welche kugelförmig seyn müssen, auch Räumchen übrig: was ist nun in denselben? Aus eben der Ursach, weil die flüßigen Wesen aus kugelförmigen Theilchen bestehen, wovon der Grund unten

wird

wird angegeben werden, folgt ja, daß leere Zwischenräumchen zwischen ihnen bleiben müssen; und weil die Zwischenräumchen da sind, eben daher erst Bewegungen in flüßigen Wesen geschehen können. In allen Fällen also, wo Bewegungen sind, müssen leere Räumchen seyn. Dieses ist schon ein Grund, warum ich §. 14. n. 2.) behauptete, es müsse leere Räumchen geben.

§. 162.

Gesetzt, es berührten jetzt drey, vier, sechs oder mehr große Kugeln in einem flüßigen Wesen einander unmittelbar; so mögen wir uns die Art ihrer Verbindung gedenken, wie wir nur immer wollen, es müssen doch in allen Fällen Zwischenräumchen unter ihnen bleiben, die beständig eine gewisse Verbindung haben, und zwar eine solche, daß man immer von einem Räumchen zu dem andern kommen kann. In diesen Zwischenräumchen würden die Theilchen des flüßigen Wesens eben sowohl seyn, wenn sie klein genug wären. Sie würden eben auch, da sie mit dem äußern flüßigen Wesen in Verbindung stehen, den gleich starken Druck nach allen Gegenden ausüben. Es würden demnach alle große Kugeln insbesondere bey einer Bewegung eben den Widerstand von dem flüßigen Wesen, das in den Zwischenräumchen enthalten ist, bekommen, als wenn eine jede einzeln wäre bewegt worden. Der Widerstand also, welchen alle zusammen genommen erhalten,

ten, wird so viel betragen, als die halben Oberflächen aller großen Kugeln zusammen genommen (§. 156.). Weil aber da, wo die Kugeln einander unmittelbar berühren, kein Anstoß des flüßigen Wesens geschehen kann; so muß der Widerstand, welchen das flüßige Wesen der Bewegung einer Anzahl unter sich verbundener Kugeln thut, allemal um etwas weniger betragen, als die halben Oberflächen aller großen Kugeln zusammen genommen: und diese Verringerung des Widerstandes wird so viel betragen, als die Anzahl aller Berührungspuncte aller großen Kugeln zusammen genommen. Daß dieses immer eine Kleinigkeit seyn müsse in Ansehung des Ganzen, ist daraus zu ersehen, weil, bey der dichtesten möglichen Verbindung, die Anzahl der Berührungspuncte in der ganzen Oberfläche bey jeder Kugel, höchstens nur 12 seyn kann: und was ist das gegen die ganze Fläche aller Kugeln zusammen genommen?

§. 163.

Da wir also in dem vorhergehenden Paragraphen gesehen haben, der Widerstand eines flüßigen Wesens werde in Ansehung der Bewegung vieler Kugeln, die zugleich in dem flüßigen Wesen bewegt werden, größer, und zwar, wenn die großen Kugeln gleich sind, um so viel, als die Anzahl derselben beträgt; so sehen wir, daß um mehreren Kugeln zugleich eine

gewisse

gewisse Geschwindigkeit in einem flüßigen Wesen zu geben, ein größerer Druck erfordert wird, als wenn wir wenige Kugeln in eben dem flüßigen Wesen in eben dieselbe Geschwindigkeit versetzen wollen. Ja die Größe des Drucks muß sich nach der Anzahl der Kugeln richten, die zugleich bewegt werden sollen.

§. 164.

Eine Kugel, die von kleinen Kügelchen allenthalben umgeben ist, welche sämtlich gegen die große Kugel gedruckt werden, sollte vermöge des Drucks *a*, (Fig. 27.) nach *b* bewegt werden; vermöge des Drucks *b* aber, der eben so groß ist, als *a*, sollte sie sich in eben der Zeit nach *a* bewegen: daher muß zwar die Kugel unter den Umständen in Ruhe bleiben (§. 130.), aber doch nach entgegengesetzten Richtungen gleich stark drucken. Eben so verhält es sich auch mit den übrigen Kügelchen, denn *e* druckt nach *d*, und *d* wieder nach *e*. So auch druckt *f* nach *g*, und *g* nach *f*, und alles druckt gleich stark. Betrachte ich nun die Richtungen der Drucke in der großen Kugel zusammen genommen, in wie fern sie von der Peripherie in dem Mittelpuncte *c* zusammenlaufen, und auch wiederum von dem Mittelpuncte *c* nach allen Puncten der Peripherie sich ausbreiten: so kann ich von einer Kugel unter diesen Umständen sagen, sie drucke von allen Seiten in sich, und auch nach allen Seiten außer sich. Denn

die

die Drucke von *a* nach *c*, von *e* nach *c*, von *f* nach *c*, laufen in sie hinein; und die Drucke, von *c* nach *a*, von *c* nach *e*, von *c* nach *f*, gehen von ihrem innern heraus. So bald die kleinen Kügelchen alle auf einmal in einem Moment aufhören würden zu drucken; würde auch der Druck der großen Kugel nach allen Seiten nicht mehr seyn. Es bliebe aber diese noch undurchdringlich, d.i. das Vermögen, oder die Möglichkeit nach allen Gegenden zu drucken, wäre noch da, ob gleich der Druck nach allen Gegenden wirklich nicht mehr da wäre.

§. 165.

Gesetzt, es hörte nur ein einziges kleines Kügelchen auf, gegen die große zu drucken; so würde der Druck des auf der andern Seite entgegengesetzten Kügelchens augenblicklich eine Bewegung bewirken, nach der Richtung seines Drucks, das ist von dem Mittelpuncte der größeren Kugel aus nach der Gegend des kleinen Kügelchens, welches nicht mehr drucket. Befände sich noch eine große Kugel zugleich mit in dem Gefäße voll Wasser, und berührten beyde große Kugeln einander unmittelbar in einem Puncte: so würde in dem Berührungspuncte der großen Kugel kein kleines Kügelchen seyn können: die gegen über stehenden Kügelchen würden also bey beyden Kugeln ihren Druck, dem nicht widerstanden würde, ausüben. Jede Kugel müßte also dahin bewegt werden, wo kein klei-

neres

ners Kügelchen sie drückte, d. i. gegen den Berührungspunct. Daher müssen beyde große Kugeln vermöge der hier angegebenen Umstände in entgegengesetzter Richtung bewegt werden: da sie nun aber undurchdringlich sind, so wird eine jede in die andere also wirken, daß bey beyden die Ruhe daraus erfolget, d. i. sie werden zu sammenhangen (§. 131. und 132.).

§. 166.

Es kömmt noch dieser Umstand darzu: wenn zwo große Kugeln einander unmittelbar berühren; so kann zwar nach der genauesten Mathematik das Berühren derselben nur in einem einzigen Puncte geschehen. Dem ohnerachtet aber muß eine beträchtliche Anzahl Theilchen des flüßigen Wesens weichen, so daß sie die Flächen der großen Kugeln nicht mehr unmittelbar berühren können. Zum Beyspiel kann die Fig. 28. dienen. Der Punct *d* ist der Berührungspunct, und auf dem ganzen Stücke der Flächen *e f g h i k*, kann doch kein Theilchen des flüßigen Wesens mehr seyn, weil da die Flächen der Kugeln näher beysammen sind, als die Größe der Theilchen des flüßigen Wesens beträgt. Auf den, den Berührungspuncten gegenüber stehenden Theilen der Flächen beyder Kugeln *m n o* und *p q r*, drückt also die ganze Anzahl der Theilchen des flüßigen Wesens, welche auf den Flächen *m n o* und *p q r* stehen, mit vereinigten Kräften. Ob nun gleich die Be-

wegung beyder Kugeln, die aus diesem Drücken entstehen würde, allein in der Linie *n q* oder *q n* in entgegengesetzter Richtung geschehen könnte; so wird doch die Wirkung, nämlich der Druck beyder Kugeln gegen einander aus dem Grunde beträchtlicher, weil mehrere Theilchen des flüßigen Wesens zugleich drücken, welchen auf der gegen über stehenden Seite kein Gegendruck entgegen gesetzt wird. Zwey Kugeln also, welche, in einem flüßigen Wesen, das allenthalben in ein Gefäß eingeschloßen ist, sich unmittelbar berühren, müssen zusammenhangen (§. 131.), und das zwar daher, weil die Seiten des Gefäßes einen anhaltenden Druck gegen das flüßige Wesen beständig ausüben. NB. Hieraus läßet sich die Erscheinung einsehen, daß zwo polirte Glastafeln noch eben so stark zusammenhangen, ob ein seidener Faden zwischen ihnen liegt, oder nicht. Dieses will ich nur gelegentlich angemerkt haben.

§. 167.

Wer siehet nicht ein, daß auf diese angegebene Art, durch eine größere Anzahl Berührungspuncte, die Ursach des Zusammenhanges, und also auch die Wirkung selbst vermehret werden müsse. Hierzu kömmt noch, daß alsdenn, wenn wir den auf diese Art entstandenen Zusammenhang zwoer Kugeln trennen wollen, kein Räumchen sogleich mit dem Bemühen zur Bewegung leer wird, worein die gedrückten

Theil-

Theilchen des flüßigen Wesens treten könnten (§. 154.). Die Theilchen des flüßigen Wesens können also in diesem Falle nicht ausweichen; folglich kann auch eine Kugel ohne die andere, mit der sie zusammen hänget, nicht leicht bewegt werden. Hier haben wir also eine Ursach dessen, warum der Zusammenhang groß seyn kann und muß.

§. 168.

Wenn nun also in einem mit den Wänden eines Gefäßes umgebenen flüßigen Wesen mehrere Kugeln einander unmittelbar berührten; würden sie dann nicht alle zusammenhangen müssen? und hernach zusammen ein Ganzes ausmachen. Es würden zwar beständig Räumchen zwischen den Theilen des Ganzen bleiben, die mit dem flüßigen Wesen angefüllet wären, worinnen die Kugeln enthalten sind: welches bey der Gestalt der kugelförmigen Theile niemals zu vermeiden seyn wird. Ein Ding, das aus vielen undurchdringlichen Theilen zusammengesetzt ist, welche unter sich zusammenhangen, nennen wir einen Körper. Muß nun nicht ein Körper einen Raum einnehmen? weil er aus vielen Theilen bestehet (§. 11.). Da die Theile, woraus er bestehet, undurchdringliche Wesen sind (§. 73.); so muß das Ganze auch undurchdringlich seyn. *)

*) Wir haben hier gesehen, daß die Theile eines Körpers durch den Druck eines äußerlichen flüßigen

§. 169.

Erwägen wir, was ich von §. 165. an bis hierher erwiesen habe; so sehen wir, daß weder die Theile, welche einen Körper ausmachen, zusammenhangen könnten, ohne durch ein flüßiges Wesen von außenher dazu bestimmt zu werden: noch daß das flüßige Wesen in die Theile des Körpers wirken könnte, wenn es nicht in ein Gefäß selbst eingeschlossen wäre, und von demselben gedrückt würde. Es ist zwar gen Wesens gegen einander zu wirken bestimmet werden müssen. Ob nun gleich nur diejenigen Theile, welche einander unmittelbar berühren, gegen einander zu drücken bestimmet werden; so siehet man doch ein, daß das außerhalb dem Körper befindliche flüßige Wesen von allen Seiten und Gegenden her gegen die ganze Fläche des Körpers drücken müsse. Wenn wir die Richtungen dieser Drucke zusammengenommen nach dem Inneren des Körpers in Gedanken verfolgen; so müssen sie endlich in der Mitte des Körpers in einem Puncte alle zusammen laufen, ungefähr wie wir es Fig. 27. §. 164. bey einer Kugel uns vorstellig gemacht haben. Diesen Punct, worinnen alle äußerliche Drucke zusammen laufen, der Körper mag übrigens eine Gestalt haben, welche er wolle, werde ich **den Mittelpunct der Drucke** nennen. Bey manchen Umständen, wovon im folgenden erst wird gehandelt werden können, heißet der nämliche Punct auch **der Mittelpunct der Schwere** (centrum grauitatis). Dieses habe ich hier nur mit anmerken wollen, weil die Materie eben Gelegenheit darzu giebt: im künftigen werde ich erst Gebrauch davon machen.

zwar diese von mir erklärte Art, wie ein Zusammenhang entstehen kann, noch sehr speciell: doch halte ich dafür, sie sey um deswillen andern Theorien vorzuziehen, weil wir uns doch hier einen deutlichen Begriff davon machen können, wie die Sache zugehet. Denn bey den übrigen Erklärungen ist immer schon etwas unerwiesen angenommen. Man könnte wohl hierbey noch fragen: warum drücken denn die Seiten des Gefäßes? Allein dieser Punct wird erst im folgenden zu beantworten seyn.

§. 170.

Wenn nun ein Körper, dessen Theile aus vorbeschriebenen Ursachen zusammenhangen, innerhalb dem flüßigen Wesen bewegt werden sollte; würde nicht derjenige, welcher ihn bewegen wollte, nach dem Verhältniß der Anzahl der Theile, woraus der zu bewegende Körper bestünde, bald einen großen, bald einen kleinen Widerstand empfinden? Diesen Widerstand gäbe ihm aber der Körper nicht, als Körper, sondern in so fern er innerhalb dem flüßigen Wesen eingeschlossen wäre, das ihn von allen Seiten her drückte, aber auch aus so zarten Kügelchen bestünde, daß es in allen Räumchen, die die Theile des in ihm enthaltenen Körpers vermöge ihrer Zusammensetzung übrig lassen müßten, enthalten wäre. Die ganze Menge der Theile, welche einen Körper ausmachen, nennet man seine Masse: daher müssen Körper in

so zarten flüßigen Wesen, nach dem Verhältniß ihrer Massen, den Bewegungen willkührlicher Wesen widerstehen.

§. 171.

Bisher haben wir das flüßige Wesen immer stille stehen lassen, und nur gesehen, was für Umstände in Ansehung der Kugeln das ihrige zu Bestimmung der Größe des Drucks in demselben beytragen. Jetzt wollen wir untersuchen, wie die Drucke in Ansehung der Größe sich verhalten müssen, wenn das flüßige Wesen selbst in Bewegung ist. Und dabey ist folgendes zu bemerken. Wir wissen, daß man die Größe eines Drucks nach der Geschwindigkeit der Bewegung beurtheilen müsse, die aus demselben erfolgen würde (§. 129.). Und wenn die Bewegung in einem leeren Raume geschähe; so hätte man die Größe der Masse des Körpers, der bewegt werden sollte, gar nicht in Erwegung zu ziehen. Man wird doch aber leicht begreifen, daß ein anhaltender Druck eines flüßigen Wesens vermehret oder vermindert werden könne, theils durch eine größere Geschwindigkeit, theils durch eine größere Anzahl Theile, die zugleich mit vereinigten Kräften drücken. Wenn z. B. ein flüßiges Wesen durch seine Bewegung eine Kugel mit einer Geschwindigkeit von = 6 triebe, und eine andere eben so große Kugel würde von einem flüßigen Wesen mit einer Geschwindigkeit von = 12 getrieben; und ich wollte beyde auf-

aufhalten: so würde ich von der letzten einen zwiefach größern Druck empfinden, als von der ersten, weil im letztern Falle die Geschwindigkeit, als die Größe des Drucks, verdoppelt ist.

§. 172.

Eben so siehet man auch ein, wenn zwo zusammenhangende Kugeln mit einer Geschwindigkeit von = 6 durch die Bewegung eines flüßigen Wesens getrieben würden, und ich wollte sie aufhalten; daß ich auch hier einen zwiefach so großen Druck empfinden würde, als wenn nur eine Kugel mit der Geschwindigkeit von = 6 von der Bewegung eines flüßigen Wesens getrieben, von mir aufgehalten werden sollte: weil in diesem Falle der anhaltende Druck des flüßigen Wesens = 6, indem er an beyden Kugeln zugleich geschiehet, von mir auch doppelt groß empfunden wird, und also auch = 12 zusammen beträgt.

§. 173.

Nun wird es einerley seyn, in Ansehung des Drucks, den ich anwenden muß, ob ich eine Kugel, die durch die Bewegung eines flüßigen Wesens mit einer Geschwindigkeit von = 6 fortgetrieben wird, aufhalten will; oder ob ich eine Kugel in einem stillstehenden flüßigen Wesen in eine Bewegung mit einer Geschwindigkeit von = 6 bringen will. Denn in beyden Fällen habe ich den Druck des flüßigen We-

sens = 6 zu überwältigen, und diesen empfinde ich allemal. Würde ich also zwo zusammenhangende Kugeln in dem flüßigen Wesen in eine Bewegung mit der Geschwindigkeit von = 6 durch meinen Druck bringen wollen; so müßte ich auch eine doppelte Kraft anwenden, d. i. ich müßte einen noch einmal so großen Druck ausüben. Aus je mehr Theilen also der Körper bestünde, dem ich durch meinen Druck eine Geschwindigkeit von = 6 beybringen wollte, desto größer müßte mein Druck seyn. Und es ist nunmehr leicht einzusehen, daß bey einerley Geschwindigkeit, die Größe meines anzuwendenten Drucks in einerley Verhältniß mit der Anzahl Theile des Körpers, den ich bewegen will, stehen müsse.

§. 174.

Aus dem §. 171. wissen wir: die Größe eines Drucks eines Körpers, der in einem flüßigen Wesen in Bewegung gesetzt werden soll, richtet sich nach der Geschwindigkeit, mit welcher die Bewegung geschehen soll. Aus dem vorhergehenden Paragraphen haben wir aber auch gesehen, daß sich bey einerley Geschwindigkeit die Größe des Drucks nach der Masse des zu bewegenden Körpers richte. Sollen wir nun von der Größe des Drucks, den ein Körper, in einem flüßigen Wesen bewegt, ausübet, ein Urtheil fällen; so müssen wir nicht allein die Masse, sondern auch die Geschwindigkeit seiner

ner Bewegung zugleich mit in Erwägung zie-
hen. Wir beurtheilen also die Größe des
Drucks eines Körpers in einem flüßigen We-
sen nach dem Producte aus der Masse in die
Geschwindigkeit. Z. B. Wenn ein Körper, des-
sen Masse 4 hieße, mit einer Geschwindigkeit
von = 6 bewegt werden sollte; so würde die
Größe des Drucks = 24 seyn. Dieses will
so viel sagen, ein Körper, in einem flüßigen
Wesen bewegt, dessen Masse = 4 ist, und der
eine Geschwindigkeit = 6 hat, hat einen Druck
von = 24. Sein Druck ist nämlich 24 mal
so groß, als der Druck eines Körpers, dessen
Masse = 1, und dessen Geschwindigkeit auch
= 1 wäre: denn eines solchen Körpers Druck
wäre unter den Umständen auch = 1. Es ist
auch einerley, ob ich die Größe des Drucks ei-
nes Körpers betrachte, der in einem flüßigen
Wesen schon in Bewegung ist, oder ob ich die
Größe des Drucks eines willkührlichen Wesens
betrachte, welches eine gewisse Masse in einem
flüßigen Wesen in eine Bewegung, mit be-
stimmter Geschwindigkeit, bringen will. Denn
wenn ich einen Körper, dessen Masse = 4 ist,
mit einer Geschwindigkeit = 6 bewegen will:
so muß ich einen 24 mal größeren Druck an-
wenden, als wenn die Masse eines Körpers
= 1, mit einer Geschwindigkeit = 1 bewegt
werden sollte.

§. 175.

Diese von §. 151. bis hierher angeführten Fälle haben uns schon mancherley begreiflich gemacht, das die Erfahrung bey Bewegungen mit Körpern auf unserer Erde bestätigen wird. Wir wollen daher den Bewegungen in flüßigen Wesen noch etwas weiter nachdenken und sehen, was für Umstände sich dabey finden, und wie wir uns dieselben recht deutlich vorstellen müssen, theils um uns die Sache richtig zu gedenken, theils um die Größe der Kräfte genau zu beurtheilen. Was also die Bewegung einer Kugel in einem eingeschloßenen flüßigen Wesen betrift; so denke ich mir die Umstände folgendergestalt. Wenn man die Fig. 26. betrachet, und sich bey derselben gedenket, die große Kugel bewege sich also, daß ihr Mittelpunct, der zuvor in *c* wäre, in *d* zu stehen komme; so siehet man ein, daß die Lage der Theile des flüßigen Wesens auf solche Art verändert werden muß, daß diejenigen Theile, welche vor der Bewegung in dem sichelförmigen Raume *f h g k* gelegen hatten, jetzt von dannen weichen sollten. Wo sollen sie aber hin? denn obgleich leere Zwischenräumchen da sind; so können doch dieselben nicht größer werden. Aber wir bemerken zugleich, daß der Raum von dem Stücke oder Theile der Kugel *f h g k* nicht könnte angefüllet werden, wenn nicht zugleich auf der hintern Seite der Kugel der Raum *f l g m* entstünde. Entstehet aber zugleich mit dem

Drucke

Drucke der Kugel ein Raum hinter der Kugel; so werden nicht nur die hinter der Kugel gelegenen Theile des flüßigen Wesens der Kugel nachlaufen, und einen neuen Anstoß an dieselbe ausüben; sondern indem sie der Kugel in der Bewegung folgen, müssen auch zugleich die Zwischenräumchen, welche die Theile des flüßigen Wesens unter sich haben, also geändert werden, daß einige derselben größer werden, als sie zuvor waren, andere kleiner: doch werden im Ganzen betrachtet die sämmtlichen Zwischenräumchen hinter der Kugel um so viel größer, als der Raum *f l g m* beträgt, welcher durch die Bewegung der Kugel entstehet. Da nun also die Räumchen hinter der Kugel zugleich mit der Bewegung der Kugel wachsen, die Theile des flüßigen Wesens aber vor der Kugel, bey der Bewegung der Kugel, um so viel weichen müßten, als das Stück der Kugel *f h g k* beträgt; so können diese eine solche Veränderung ihrer Lage machen, als zu der Bewegung der Kugel erfordert wird, nämlich die vorderen weichen der Kugel aus, und die hinteren machen zugleich den vorderen Platz, daß sie ausweichen können. Die Kugel also, wenn sie bewegt wird, ist unter solchen Umständen, daß sie auf der Seite, wohin die Bewegung gehet, an die Theile des flüßigen Wesens drückt; auf der hintern Seite aber von neuem von den Theilen des flüßigen Wesens gedrückt wird.

§. 176.

§. 176.

Die Umstände, die bey der Bewegung einer großen Kugel im flüßigen Wesen obwalten, stelle ich mir bey der Fig. 29. am bequemsten also vor. A sey die Kugel, *c x* ihr Druck; so würden die Drucke in den Theilchen des flüßigen Wesens folgende Richtungen haben, daß sie bey *f* sich ausbreiteten, nach und nach sich seitwärts gegen *d d* herum lenkten, und endlich bey *g* und auf den ganzen Theil der Fläche zwischen *d d* und *g* gegen die Kugel wieder anlenkten. So glaube ich muß ungefehr die Richtung des Drucks der Theile des flüßigen Wesens gehen. (Bis hierher bin ich noch nicht im Stande, meine geneigten Leser weder von der völligen Richtigkeit der Richtung des Drucks, noch von dieser Bewegung der Theile des flüßigen Wesens zu überführen, weil sich der Beweis auf die Lehre von der zusammengesetzten Kraft gründet, worauf mich aber die Ordnung im Vortrage noch nicht hat kommen lassen. Ich muß also bitten, daß man unterdessen die Sache so lange glaube, bis die Umstände solches zu erweisen erlauben). Ich habe aber nur gesagt, die Richtung der Drucke der Theile des flüßigen Wesens müsse so gehen: die wirkliche Bewegung derselben muß ganz anders seyn. Die Theile bey *f* (Fig. 29.) werden, wenn die Bewegung der Kugel vor sich gehet, niemals wirklich nach *g* kommen, niemals also rückwärts gehen. Nein, diese Bewegung

wegung ist nur relativisch in Absicht auf die Oberfläche der Kugel, welche, indem der Mittelpunct der Kugel nach *x* gekommen wäre, hernach so stünde, daß die Theile des flüßigen Wesens, welche erst in *f* vor ihr lagen, jetzt nach der Bewegung hinter der Kugel in *g* ihre Stelle hätten; ob gleich weder *f* noch *g* ihren absoluten Ort auf diese Art geändert hätten, wie es das Ansehen hat.

§. 177.

Soll aber die Bewegung der Kugel wirklich vor sich gehen; so müssen die Theile des flüßigen Wesens in der That auch bewegt werden: dieses aber wird auf solche Art geschehen, daß die Theile des flüßigen Wesens, welche zunächst an der Kugel liegen, seitswärts nach und nach so weit auseinander weichen, als der Durchmesser der Kugel beträgt; indem aber die Kugel vermöge ihrer Bewegung zwischen ihnen hindurch ist, gleich wiederum zusammen kommen. Uebrigens behalten diese bewegten Theile in Ansehung des Gefäßes, worinnen das flüßige Wesen eingeschlossen ist, und in Ansehung der übrigen Theile des flüßigen Wesens ziemlicher Maaßen ihren absoluten Ort. Wie soll ich aber diese Bewegung der Theilchen des flüßigen Wesens nennen? Ein Dunstkreischen, oder ein Atmosphärchen ist wahrhaftig das Wort nicht, das die Sache ausdrücken kann: denn man verbindet gemeiniglich einen ganz anderen

Begriff mit diesen Worten. Aus den Umständen aber siehet man leicht ein, daß diese eben von mir beschriebene Bewegung der Theile des flüßigen Wesens nicht diejenigen Theilchen allein betreffen kann, welche die bewegte Kugel unmittelbar berühren, sondern daß sie sich auf mehrere Theile, die auch in einer Entfernung von der Kugel sind, mit erstrecken müsse, so daß auch dieselben eine Veränderung ihrer Lage leiden müssen. Man kann aber auch leicht begreifen, daß diese Veränderung der Lage der Theile des flüßigen Wesens sich nicht bis ins unendliche erstrecken könne, indem, wenn wir die Lage der Theile im ruhigen Stande betrachten, zu ersehen ist, daß in einer weiteren Entfernung die Bewegung bey den von der Kugel entfernteren Theilen immer weniger betragen könne, und also am Ende gar aufhören müsse, welches auch erst im künftigen wird können bewiesen werden.

§. 178.

Es kömmt mir auch wahrscheinlich vor, (aber deswegen behaupte ich es noch nicht für gewiß), daß ein größerer Druck, der an die Kugel geschiehet, sich in mehrere Theile des flüßigen Wesens ausbreite, als ein kleiner Druck thut. Z. B. wenn der Druck der Kugel A. (Fig. 29.) durch die Größe der Linie $c\,x$ ausgedrückt würde; so verbreitet er sich auch nach einem größeren Kugelinhalt, ungefähr

wie

wie $x\,y\,y\,z$, anzeiget: da er, wenn die Größe des Drucks durch $c\,f$ ausgedrückt wird, sich nur bis $f\,d\,d\,g$ erstrecken müßte. Hiermit will ich eigentlich nur so viel sagen: ein Druck, der gegen die Theile eines in ein Gefäß eingeschlossenen flüßigen Wesens so zu sagen aus einem Puncte ausgehet, wird in einer weiteren Entfernung immer schwächer werden. Wäre dem also; so müßte die Stärke desselben, in der Weite der Entfernungen, wohl umgekehrt abnehmen, wie der Cubus an Größe zunähme.

§. 179.

Daß eine solche Bewegung der Theile des flüßigen Wesens, bey der Bewegung einer Kugel in dem flüßigen, wirklich geschehen müsse, wie ich §. 177. erwiesen habe, das kann man nicht nur aus meinen Beweisen begreifen; sondern man kann auch durch folgenden Versuch von der Erfahrung überzeugt werden. Wenn man in ein mit Wasser angefülltes Gefäß ein hölzernes Kügelchen leget, welches auf der Fläche des Wassers schwimmet; alsdenn die Fläche des Wassers mit Trutenmehl, Hexenmehl, (Semine lycopodii), oder einem andern zarten Staube, der vom Wasser nicht so leicht angefeuchtet wird, bestreuet: so kann man, wenn die Kugel in Bewegung gesetzt wird, sehen, daß die Staubtheilchen eine solche Bewegung um die Kugel machen, wie ich es (im §. 177.) erwiesen habe. Denn vor der Kugel gehen sie aus:

aus einander, und hinter derselben gehen sie gleich wiederum zusammen. Die Staubtheilchen werden hier nur um der Sichtbarkeit willen darauf gestreuet. Sie liegen zwar nur in der Horizontalfläche um das Kügelchen herum; man kann doch aber von dieser sichtbaren Bewegung der Staubtheilchen, auf die Bewegung der Theilchen des flüßigen Wesens im Kugelinhalt untrüglich schließen, und sich also diese gedenken, wie sie seyn muß, ob gleich die Mahlerkunst nicht hinreichend seyn möchte uns eine Abbildung dieser Bewegungen der Theile innerhalb dem flüßigen Wesen, durch eine Zeichnung so vorzustellen, wie sie wirklich geschehen muß.

§. 180.

Was aber die Größe des Drucks betrift, und die Art, wie durch die Abwechselung derselben, bald auf der vorderen, bald auf der hinteren Seite der Kugel, in auf einander folgenden Momenten die Wirkung geschiehet, und also beyderley Drucke der Theile des flüßigen Wesens so zu sagen als anhaltende (§. 129. 130—131—139—143—144.) zu betrachten sind, das gedenke ich mir auf folgende Art. Wenn die Kugel durch den Druck eines willkührlichen Wesens in einem flüßigen Wesen in Bewegung gesetzt werden soll; so können in dem ersten Moment die Theilchen des flüßigen Wesens nicht weiter weichen, als daß sie zwischen die

ande-

anderen in der zunächst daran gelegenen Schicht eindringen. Indem dieses geschiehet, kann die Kugel um so viel weichen, als der Durchmesser eines Theilchens des flüßigen Wesens beträgt. Nachdem aber dieses geschehen ist, ist auch ihr Druck, dem in der nämlichen Zeit, da die Theilchen des flüßigen Wesens auseinander gehen mußten, widerstanden würde, vernichtet. Die Kugel würde also jetzt ruhen. Indem sie aber jetzt ruhet, sind durch das Ausweichen der vorderen Theilchen die hinter der Kugel gelegenen Theile des flüßigen Wesens bestimmt worden, mit der nämlichen Geschwindigkeit von neuem an die jetzt ruhende Kugel zu stoßen. Durch diesen neuen Anstoß muß die Kugel von neuem gegen die vor ihr gelegenen Theile drucken, durch den Druck die Theile wieder auseinander trennen, und also wiederum um so viel, als der Durchmesser eines Theilchens beträgt, bewegt werden. Dieses sind bald Umstände, wie in dem §. 143. von mir angeführten Falle, nämlich in allen auf einander folgenden Momenten ist der Druck neu, und dieses auf der vorderen und auf der hinteren Seite abwechselnd. Daher ist eine Kugel, die in einem eingeschloßenen flüßigen Wesen in Bewegung gesetzt ist, unter solchen Umständen, als wenn sie von zween anhaltenden entgegengesetzten ungleichen Drucken (§. 132.) bewegt würde.

§. 181.

Noch ein Umstand muß erwiesen werden, ehe ich vermögend bin von den Erscheinungen, die bey Bewegungen der Körper auf unserer Erde vorkommen, die wahren Gründe anzugeben, und dieses ist folgender, daß es nämlich einerley sey, in Ansehung der Größe des Drucks, den ein flüßiges Wesen gegen eine Kugel thut, ob die Kugel in Ruhe ist, und das flüßige Wesen mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen dieselbe bewegt wird; oder ob das flüßige Wesen an und für sich betrachtet in Ruhe ist, und die Kugel nach einer gewissen Gegend mit bestimmter Geschwindigkeit bewegt wird. Wenn die Kugel stille stehet, und ein flüßiges Wesen mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen dieselbe bewegt wird; so stoßen alle Theile des flüßigen Wesens, welche die Kugel unmittelbar berühren, mit der Geschwindigkeit, die das flüßige Wesen hat, an die halbe Fläche der Kugel an, und glitschen seitwärts davon ab. Ein einziges Theilchen kann aber nur senkrecht gegen dieselbe stoßen. Der Druck, welchen die Kugel auszuhalten hat, ist demnach so groß, wie das Product aus der halben Oberfläche der Kugel in die Geschwindigkeit des flüßigen Wesens. Stehet das flüßige Wesen stille, und wird die nämliche Kugel mit eben der Geschwindigkeit, welche vorhin das flüßige Wesen hatte, gegen dasselbe bewegt; so müssen in eben der Zeit eben so viel Theilchen des flüßigen

Wesens

Wesens auf der halben Oberfläche der Kugel seitwärts abglitschen, wie zuvor geschahe: also sind einerley Umstände da, und daher ist die Größe des Drucks die nämliche, wie im vorigen Falle.

§. 182.

Die Größe der abwechselnden Drucke, wodurch eine Bewegung einer Kugel im flüßigen Wesen eingeschlossen, unterhalten wird, gedenke ich mir auf diese Weise. Wenn die Kugel stille stehet; so ist der Druck des flüßigen Wesens, der von den Seiten des Gefäßes entstehet, von allen Seiten gleich: und er mag so groß seyn, als er will, so können wir ihn bey einerley Größe der Kugel = 1 annehmen. Da bey der Bewegung der Kugel der Anstoß der Theile des flüßigen Wesens, welcher durch die Bewegung entstehet, nur auf derjenigen Hälfte der Oberfläche geschiehet, die der Gegend, wohin die Bewegung gehet, entgegen gesetzet ist, und alle Hälften der Oberfläche der Kugel sich immer gleich sind; so kann man den Druck des stillstehenden flüßigen Wesens auf jeder halben Fläche beständig für = 1. annehmen. Im ersten Moment nun, da eine sich unter solchen Umständen befindende Kugel durch eine andere oder durch ein willkührliches Wesen einen neuen Druck bekömmt, kann sie nicht gleich weichen, so lange noch die vor ihr gelegenen Theile des flüßigen Wesens nicht seitwärts ausweichen. Sie muß also dem sie

anstoßenden Wesen widerstehen, indem durch ihren neuen Druck gegen das flüßige Wesen, der entgegengesetzte Druck des flüßigen Wesens eben so groß ist, als das Product aus der halben Oberfläche der Kugel in die Geschwindigkeit, welche die Kugel bekommen würde (§. 181.).

§. 183.

So bald aber der Druck gegen die Kugel geschehen ist, entstehet nun der abwechselnde Druck des flüßigen Wesens auf der hintern und vordern Seite der Kugel; daher gehet jetzt die Bewegung derselben vor sich. Es fragt sich aber, wie sind nun die Umstände in Ansehung der Größe der Drucke? Durch Beyspiele können wir uns die Sache am schicklichsten vorstellig machen. Gesetzt, die Geschwindigkeit, mit welcher durch den neuen Druck die Kugel bewegt werden sollte, wäre im ersten Moment = 8, die Anzahl Theilchen des flüßigen Wesens, welche auf der halben Fläche der Kugel ruheten, wäre = 24; so wäre der Druck des flüßigen Wesens auf der Fläche, wohin die Bewegung geschiehet, = 192, als dem Producte aus der halben Fläche in die Geschwindigkeit. In dem unmittelbar darauf folgenden Moment würde sich der Druck nach allen Seiten also verbreitet haben, daß er nun in Ansehung der Geschwindigkeit auf der hintern Seite der Kugel auch = 8 wäre. Die hintere halbe Fläche der Kugel ist aber der vorderen

gleich:

gleich: also können hier eben 24 Theile mit der Geschwindigkeit = 8 anstoßen; daher wird jetzt der Anstoß auf der hintern Seite = 192 seyn. Nun ist zwar auf der vordern Seite der Druck nicht mehr vorhanden, weil die Theilchen ausgewichen, und in die hinter der Kugel größer gewordenen Räumchen eingetreten sind. Allein der vordere Druck kann doch nicht bis auf gar nichts abgenommen haben, sondern er muß doch wenigstens so groß, als im ruhigen Stande der Kugel, bleiben, das ist, in diesem Falle = 24, weil 24 Theilchen die Kugel unmittelbar berühren. Daher ist im andern Moment der Druck auf der hintern Seite = 192, diesem ist der vordere = 24 entgegen gesetzt: also ist die Kraft nur noch = 168, und die Geschwindigkeit der Bewegung nur noch = 7. Dieser Druck = 168 verbreitet sich wiederum, also, daß er im darauf folgenden Moment hinter der Kugel auch = 168 ist; es wird ihm aber bey der Wirkung von neuem für = 24, als der Größe des Drucks des flüßigen Wesens im ruhigen Stande, widerstanden: daher bleibt er nur noch = 144, und also ist jetzt die Geschwindigkeit nur noch = 6. Aus eben den Umständen folget, daß in der vierten unendlich kleinen Zeit, die Größe des Drucks nur noch = 120, und also die Geschwindigkeit nur = 5, in der fünften Zeit der Druck = 96, die Geschwindigkeit = 4, in der sechsten Zeit der Druck = 72, die Geschwindigkeit = 3, in der

siebenten Zeit der Druck = 48, die Geschwindigkeit = 2, in der achten Zeit, der größere Druck noch = 24, die Geschwindigkeit aber = 1, seyn würde. Nach der achten Zeit würden die entgegengesetzten Drucke des flüßigen Wesens auf beyden Seiten einander wieder gleich seyn, und also würde die Kugel ruhen.

§. 184.

Da der Druck des flüßigen Wesens im ruhigen Stande auf einerley Kugel sich immer gleich seyn muß; so ist es gleich viel, wie groß ich ihn annehme, und es muß daher immer einerley Größe des Widerstandes bleiben, welches folgende Berechnung zeigen wird. Wäre z. B. der Druck des flüßigen Wesens im ruhigen Stande = 12. der neue Druck in die Kugel aber = 8; so würden die Abnahmen der Größe der Drucke in auf einander folgenden Zeiten seyn 96. 84. 72. 60. 48. 36. 24. 12. also nach Verlauf der auf einander folgenden Zeiten die Geschwindigkeiten, 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. 0. Nehmen wir den Druck im ruhigen Stande an = 1, die Geschwindigkeit in der ersten unendlichen kleinen Zeit auch = 8, so ist die Größe der Drucke alsdenn 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. und also sind nach jeder unendlich kleinen Zeit die Geschwindigkeiten = 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. 0. Wir sehen also, daß in allen Fällen die Größe der erfolgenden Geschwindigkeit, mit der Größe des abwechselnden Drucks

des

des flüßigen Wesens ein genaues Verhältniß beobachten müsse, und daß die Fälle allezeit so kommen müssen, wie ich es §. 159. angegeben habe.

§. 185.

Kann man nun nicht leicht einsehen, daß bey zwo Kugeln, die zusammenhingen, der Druck des flüßigen Wesens im ruhigen Stande doppelt, bey drey Kugeln aber dreyfach seyn müsse, kurz daß sich dieser Druck nach der Masse des Körpers, der bewegt werden soll, richte? daher wird auch die Größe des Drucks eines flüßigen Wesens gegen einen Körper also müssen beurtheilet werden, daß wir die Anzahl der zusammenhangenden Theile mit der Geschwindigkeit multipliciren. Es ist z. E. einerley, ob ich die Größe des Drucks des flüßigen Wesens im ruhigen Stande auf eine Kugel annehme = 1 oder = 12, oder 24. Nehme ich ihn nun an = 1; so ist er bey zwo Kugeln = 2, bey vier Kugeln = 4, u. s. w. Nehme ich ihn aber bey einer Kugel an = 12; so ist er auch bey zwo Kugeln = 24, und bey vier Kugeln = 48. ꝛc. Wird er aber bey einer Kugel angenommen = 24; so muß er bey zwoen = 48, bey vieren aber = 96. angenommen werden ꝛc. Aber eben so groß, als ich ihn in einem Falle einmal angenommen habe, muß er auch in dem nämlichen Falle beständig bleiben. Wenn demnach ein Körper, der aus vier zusammen-

hangenden Kugeln bestünde, mit einer Geschwindigkeit = 8 sollte bewegt werden, der Druck des ruhigen flüßigen Wesens aber würde bey einer Kugel angenommen = 24; so wäre die Größe der Kraft = 96. 8 = 768. Wenn ich nun hier den Widerstand des flüßigen Wesens in allen auf einander folgenden unendlich kleinen Zeiten nach und nach vermindern will; so ist es nicht genug 24 abzuziehen, sondern ich muß jedesmal 96 abziehen. Also wäre der Druck in der andern unendlich kleinen Zeit = 672, in der dritten = 576. ꝛc. Die Abnahme der Geschwindigkeit wäre also eben so wie §. 159—184, = 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. 0. Andere Beyspiele von der Art kann sich jeder selbst machen.

§. 186.

Diese Sätze, welche ich in dem §. 183 bisher erwiesen habe, daß nämlich jede Bewegung eines Körpers in einem flüßigen Wesen, wenn die Bewegung nur aus einem pünctlichen Drucke entstanden, und also nur eine Fortdauer desselben ist, eine Bewegung mit ordentlich abnehmender Geschwindigkeit ist, werden durch die Erfahrung bey Bewegungen auf unserer Erde von der Art, d. i. die unter einerley Umständen, mit den von mir angeführten geschehen, in allen Fällen bestätiget. Diese aber sind gemeiniglich mit mehreren Nebenumständen verknüpft, welche ich hier unmöglich mit in Betrachtung ziehen konnte. Es ist auch

dieses

dieses dabey zu merken, daß ich die hier angeführten Beyspiele mit Zahlen deswegen so angegeben habe, damit sie desto besser in die Augen fallen, und die Sache also dadurch begreiflicher werden mögte. Allein wenn die Geschwindigkeit bey Bewegungen auf unserer Erde ein wenig groß ist; so sind unsere eingeschränkten Sinne, aller angewendeten Aufmerksamkeit ohnerachtet, nicht allemal hinreichend, die Abnahme der Geschwindigkeit, welche in unendlich kleinen Theilchen geschiehet, zu bemerken. Daher kömmt es auch, daß man gerne eine Bewegung, die mit ordentlich abnehmender (oder auch wohl mit ordentlich zunehmender) Geschwindigkeit geschiehet, berechnet, als geschähe sie mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Ich werde daher auch bey den künftig vorzutragenden Fällen diese Bequemlichkeit in der Rechnung mit annehmen, und die Größen der Drucke oder Kräfte berechnen, als wenn die Bewegungen mit gleichförmiger Geschwindigkeit geschähen. *)

*) Wer überlegt, was ich in dem vorhergehenden zweyten Hauptstücke erwiesen habe, und zugleich bedenket, was in diesem dritten Hauptstücke gesagt worden ist, der muß leicht bemerken, daß in dem leeren Raume die Geschwindigkeit, welche aus einem Drucke erfolgen würde, unendlich groß seyn könne: ich wenigstens getraue mir dieselbe niemals groß genug gedenken zu können. Hingegen die

Größen

Das vierte Hauptstück.

Von Beurtheilung der Größe der Kräfte beym senkrechten Zusammenstoßen der Körper in einem flüßigen Wesen.

§. 187.

Ehe ich noch im Stande bin, von den in diesem Hauptstücke vorzutragenden Fällen zu handeln, muß ich in Ansehung der Arten der Bewegungen eine kleine Abhandlung voraus

Größen der Wirkung und der Geschwindigkeit, welche bey einer Bewegung, die in einem flüßigen Wesen geschiehet, erfolgen können, sind allezeit völlig bestimmt und eingeschränkt. Sollten wir hieraus nicht im Stande seyn eine Controvers zu entscheiden, welche zwischen dem Herrn Maupertuis und Herrn König geführet worden ist. Denn Hr. von Maupertuis behauptet, die Wirkung, welche aus einer Kraft erfolge, sey allezeit die kleinste mögliche, und Hr. König behauptet, sie sey die größte mögliche. Beyde haben recht. Sobald wir uns die Fälle in einem leeren Raume gedenken, würde der Erfolg, wie wir ihn bey dem Wirken auf unserer Erde wahrnehmen, der kleinste mögliche seyn. Hingegen durch ein flüßiges Wesen bestimmt, ist der Erfolg allezeit der größte, der möglich ist.

aus schicken: sie betrift besonders die Geschwindigkeit.

1) Wenn zween Körper, die in einer gewissen Weite von einander abstehen, zugleich sich nach einer Gegend, ja sogar in einerley geraden Linie bewegen, und diese Bewegung mit gleicher Geschwindigkeit geschiehet; so werden sie nimmermehr einander näher kommen, als sie vorher waren, noch vielweniger einander anstoßen. Ein jeder von ihnen hat zwar eine Geschwindigkeit, womit er sich bewegt, die Geschwindigkeit des nachfolgenden Körpers bey dieser Bewegung gehet auch, unter den hier angegebenen Umständen, nach derjenigen Gegend, wo der andere ist: dessen ohnerachtet hat keiner eine Geschwindigkeit, womit er sich dem andern näherte. Diese Geschwindigkeit wollen wir die absolute nennen.

2) Wenn ein Körper stille stehet, der andere aber sich also bewegt, daß sein Mittelpunct in der geraden Linie bewegt wird, in welcher der Mittelpunct des andern jetzt ruhenden Körpers befindlich ist; so ist die Geschwindigkeit, womit sich dieser Körper bewegt, nicht nur diejenige, womit er sich dem andern nähert; sondern sie ist auch diejenige Geschwindigkeit, womit er den andern anstößet. Diese Geschwindigkeit, womit ein Körper dem andern sich nähert, oder auch

womit

womit er sich von dem andern entfernet, heißet die relativische Geschwindigkeit.

3) Wenn die Mittelpuncte zweener Körper, oder zwoer Kugeln sich in einer geraden Linie, die durch beyder Mittelpuncte gezogen werden kann, d. i. senkrecht oder gerade auf einander zu, aber nach einerley Richtung bewegen, die vorausgehende aber langsamer, als die nachfolgende gehet; so kömmt die letztere der vorderen immer näher, sie holet sie auch ein, und stößet sie an, aber nur in so fern sie geschwinder gehet, als die erste. Daher ist in diesem Falle die relativische Geschwindigkeit (No. 2.) nur der Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten, mit welchen sich beyde Kugeln bewegen. In diesem Falle hat außer der relativischen Geschwindigkeit jeder der bewegten Körper noch einen Theil der absoluten Geschwindigkeit (n. 1.), welcher bey jeden insbesondere, der kleinsten absoluten Geschwindigkeit gleich ist.

4) Wenn aber beyde Kugeln, zwar in einer Linie, die durch beyder Mittelpunct gehet, aber nach entgegengesetzten Richtungen, auf einander zu sich bewegen; so ist die Summe von beyden Geschwindigkeiten beyder Bewegungen, die relavitische Geschwindigkeit: denn jeder Körper kömmt um so viel eher zu dem Zusammenstoße mit dem andern, (als es nach seiner eigenen Geschwindigkeit hätte

gesche-

geschehen können), als die Geschwindigkeit des andern beträgt. Eben so ist auch, wenn beyde Körper sich von einander entfernen, die Summe beyder Geschwindigkeiten, womit sie sich entfernen, die relativische.

5) Das Product aus der Masse in die absolute Geschwindigkeit (n. 1.), wollen wir die bewegende Kraft nennen. Das Product aber aus der Masse in die relativische Geschwindigkeit (nr. 2.), heißt die Kraft, womit der Stoß geschiehet, oder die anstoßende Kraft.

§. 188.

Die Fälle, welche bey dem Zusammenstoßen zweener Körper möglich sind, können bequem in folgender Tabelle auf einmal übersehen werden:

Bey dem Zusammenstoßen zweener Körper ist entweder

- nur einer in Bewegung; und da sind die Massen derselben
  - entweder gleich,
  - oder ungleich. In diesem Falle stößet
    - entweder die große Masse die kleine ruhende an;
    - oder die kleine Masse stößet die große ruhende an.
- oder beyde bewegen sich, und zwar

entwe:

entweder beyde nach einerley Gegend, und auch in diesem Falle sind die Massen
- entweder gleich,
- oder ungleich, und in diesem Falle stößet
  - entweder die kleine Masse die große an;
  - oder die große Masse stößet die kleine an:

oder nach entgegengesetzter Richtung, und auch hier sind die Massen
- entweder gleich. In diesem Falle haben sie
  - entweder gleiche Geschwindigkeit
  - oder ungleiche Geschwindigkeit,
- oder ungleich, wobey wiederum die Geschwindigkeiten
  - gleich,
  - oder ungleich sind. In diesem Fall hat.
    - entweder die größere Masse die größere Geschwindigkeit,
    - oder die kleinere Masse hat die größere Geschwindigkeit.

§. 189.

Jetzt wollen wir von Körpern handeln, die aus verschiedenen Massen bestehen, d. i. deren Anzahl

Anzahl Kugeln, die aus oben §. 168. beschriebenen Ursachen zusammenhangen, und also nunmehro ein Ganzes, einen ganzen Körper ausmachen (§. 168.), verschieden sind. Ich will hierbey nur dieses erinnern. Die Art der Zusammensetzung dieser Kugeln oder Theile, welche zusammengenommen einen Körper ausmachen, kann auf unendliche Art verschieden seyn, wodurch hernach eine verschiedene Gestalt, sowohl des ganzen Körpers, als der Zwischenräumchen, entstehen muß. Niemals aber kann die Zusammensetzung eines Körpers aus Kugeln von solcher Beschaffenheit seyn, daß gar keine Zwischenräumchen übrig bleiben, und daß die Zwischenräumchen nicht immer mit einander verbunden wären. In diesen Zwischenräumchen, sie mögen eine Gestalt haben, welche sie wollen, befindet sich das flüßige Wesen, welches mit dem übrigen flüßigen Wesen außerhalb dem Körper eine beständige Verbindung hat. Wenn demnach dieser ganze Körper, wovon hier die Rede ist, bewegt wird; so gehet der Druck des flüßigen Wesens bey allen Kugeln zugleich auf solche Art vor sich, wie ich es im vorhergehenden Hauptstück §. 154. und 175. von einer Kugel beschrieben habe: und die Größe der Kraft muß also immer aus der Anzahl Theile, oder, welches gleich viel ist, aus der Masse in die Geschwindigkeit multipliciret, erkannt und bestimmt werden. Damit man sich aber, durch die Figur des Körpers, auf keine Nebengedan-

ken, die zu den gegenwärtig vorzutragenden Sätzen nicht gehören, verführen lasse; so wollen wir uns gedenken, die Form des ganzen Körpers wäre auch wiederum eine Kugel, nur daß diese Kugeln aus verschiedenen Anzahlen von Theilen bestünden.

§. 190.

Es ist ferner zu merken, daß durch die verschiedene Art der Zusammensetzung der Theile des Körpers, die Körper verschiedene Eigenschaften bekommen, daß sie nämlich weich, hart, elastisch oder sich stemmende Köper genennet werden. Ja es kommen noch unzählige andere Eigenschaften der Körper von der verschiedenen Zusammensetzung der Theile her: es ist aber hier der Ort noch nicht davon zu handeln, wir wollen daher diese Untersuchungen bis dahin, wo sie der Ordnung nach können vorgetragen werden, verspahren. Doch eine Eintheilung müssen wir hier mit nehmen. Wir nennen einen Köper weich, wenn die Lage seiner zusammenhangenden Theile durch eine geringe Kraft, zum Beyspiel durch den Druck der Finger kann geändert werden. Hart hingegen nennen wir einen Körper, wenn zu der Veränderung der Lage seiner Theile eine merklich größere Kraft erfordert wird, als der Druck der Finger gemeiniglich ist. Man siehet leicht, daß diese Grade der Härte und Weiche sehr relativisch, und also noch ziemlich unbestimmt sind: allein es ist hier schon hinrei-

hinreichend, wenn die Lage der Theile nur durch den Anstoß eines andern Körpers nicht merklich geändert wird, und also kein merklicher Zusammenhang entstehet. Ist dieß, so gelten sie für hart. Wird aber durch den Anstoß eines andern Körpers die Lage der Theile also geändert, daß so gar ein merklicher Zusammenhang dabey entstehet; so heißen sie weiche Körper.

§. 191.

Noch eins habe ich zu erinnern. Die Erscheinungen, welche bey dem Zusammenstoßen der Körper vorkommen, und wovon ich jetzt bald handeln werde, werden gemeiniglich von den meisten Naturkündigern durch Hülfe einer Schnellkraft (Elasticität) erkläret, und wenn man die darzu gehörigen Versuche machen will; so werden sie mit helfenbeinernen, oder stählernen Kugeln gemacht. Hingegen werden zu den Versuchen mit weichen Körpern weiche Thonkugeln genommen. Ich muß gestehen, daß die Versuche, durch welche man darthun will, daß die helfenbeinernen und stählernen Kugeln, beym Zusammenstoßen an einander, zusammengedruckt würden, und sich hernach wiederum ausdehnen sollten, mich noch nicht überführen, und mich also dieser Meynung beyzupflichten nicht bestimmen können, indem ich im folgenden Versuche anführen werde, woraus mir das Gegentheil zu erhellen scheinet. Ueberdem glaube ich auch in den Schlüssen,

durch welche man aus diesen eben berührten Versuchen die Elasticität der helfenbeinernen oder stählernen Kugeln beweisen will, eine kleine Unrichtigkeit zu entdecken: und wäre dieses; so dürften, wie ich dafür halte, jene von andern angeführten Versuche die Elasticität der helfenbeinernen oder stählernen Kugeln doch wohl so unumstößlich nicht beweisen, wie es, die Sache obenhin betrachtet, das Ansehn hat. Ich will aber dieses nicht so gerade zu selbst entscheiden, sondern nachdem ich beyderley Meynungen werde vorgetragen haben, es der Beurtheilung der geneigten Leser überlassen. Auch ist mir leicht darzuthun, daß vollkommen harte, und vollkommen elastische Körper einerley sind. Wäre ich dieses im Stande; so mögten hernach wohl einige Fälle, die zu dieser Materie mit gehören, welche zwar durch die Erfahrung niemals haben bestätiget werden können, aber doch als Folgen des Unterschieds der Elasticität und Härte der Körper mit vorgetragen werden müssen, anders zu bestimmen und zu beurtheilen seyn, als es bisher von den meisten Naturkundigern geschehen ist. Sollte ich nun so glücklich seyn, mit diesen Gedanken Beyfall zu erhalten; so glaube ich berechtiget zu seyn, jene Lehren als mangelhaft anzusehen. Um nun aber allen diesen Mängeln abzuhelfen, wird in diesen vorzutragenden Sätzen meine Bemühung dahin gehen, die Sache aus solchen Gründen zu beurtheilen, die mit der

Ver-

Vernunft und Erfahrung übereinkommen werden.

§. 192.

Was die Verschiedenheit der Massen betrift; so ist aus dem § 170 bekannt, daß die Anzahl Theile, welche den ganzen Körper zusammengenommen ausmachen, seine Masse ist. Das flüßige Wesen aber, welches in den Zwischenräumchen des Körpers sich befindet, gehöret als ein fremdes Ding nicht mit zu der Masse. Sage ich nun, die Masse eines Körpers ist = 4, eines andern Körpers Masse ist = 2; so heißet dieses nicht eben im genauesten Verstande, der eine Körper bestehe aus vier Theilen, und der andere nur aus zwenen. Nein, von den Zahlen, durch welche in diesen verschiedenen Körpern die Theile ausgedrückt werden, ist das Verhältniß zu einander, wie 4: 2. Nun mag der eine aus 4000 Theilen bestehen; so ist des andern seine Anzahl Theile alsdenn 2000. Oder der erste bestehet aus 24 Theilen; so hat deren der andere 12. Da nun, wie aus der Rechenkunst bekannt ist, die Producte einerley Verhältniß behalten, welche aus der Multiplication solcher Zahlen entstehen, die einerley geometrisches Verhältniß haben; so ist leicht einzusehen, ob wir gleich die Größen durch kleine Zahlen ausdrücken, um sie leichter übersehen zu können, daß dennoch das nämliche Verhältniß bleiben müsse, die Umstände mögen kommen wie sie wollen.

§. 193.

Ehe ich noch zur Sache selbst schreite, muß ich erinnern, daß wegen dieser Materie, nämlich wie die Größe der Kräfte zu berechnen sey, zwischen dem H. v. Leibniz und Cartes eine große Controvers gewesen ist, indem der letztere behauptete, man müsse bey dem Zusammenstoßen der Körper die Größe der Kraft bestimmen nach dem Producte aus der Masse in die Geschwindigkeit; der erstere hingegen behauptet hatte, man müsse sie bestimmen aus dem Producte des Quadrats der Geschwindigkeit in die Masse. Die neueren Naturkundiger entscheiden die Sache so. Sie sagen, beyde haben recht, aber nur jeder in einem besonderen Falle. Cartes hat recht, wenn von der Bewegung mit gleichförmiger Geschwindigkeit die Rede ist. Leibniz hingegen hat recht, wenn die Rede von der Bewegung mit ordentlich zunehmender Geschwindigkeit ist. Ich werde aber beweisen, beyde haben in allen Fällen recht; es komme aber nur darauf an, daß wir die Umstände, warum wir so rechnen, recht genau in Erwägung ziehen. Ich ziehe dabey die Rechnung mit gemeinen Zahlen den algebraischen vor, indem jene jeder, der nur rechnen kann, zu beurtheilen im Stande ist. Bey der algebraischen Rechnung aber sind erstlich wenige, die damit fort kommen können: und giebt es auch deren einige; so legen sie das Buch lieber hinweg, als daß sie nachrechneten.

§. 194.

§. 194.

Wir können von dem Verhältnisse der Massen zweener Körper nicht anders urtheilen, als durch Hülfe des Gewichts, welches die Körper auf unserer Erde, als schwere Körper, haben. Ob ich nun schon im Folgenden bey der Ursache der Schwere zeigen werde, daß nicht in allen Fällen die Schwere der Körper mit der Masse das genaueste Verhältniß hat; so habe ich doch bereits in meinem **Tractate von der Ursach der Schwere** im Jahr 1771. gezeigt, daß dieselbe von dem Anstoße eines flüßigen Körpers, an die Bestandtheile desjenigen Körpers, der durch diesen Anstoß die Eigenschaft der Schwere erhält, abhange. Dieser Anstoß geschiehet größtentheils mit einerley Geschwindigkeit. Nun ist aber aus dem §. 174. bekannt, daß man die Größe eines Drucks, welchen ein Körper in einem flüßigen Wesen ausübet, aus dem Producte der Geschwindigkeit des flüßigen Wesens in die Anzahl Theile, welche von dem flüßigen Wesen angestoßen werden, beurtheilen müsse. Ist nun die Geschwindigkeit gleich groß; so verhalten sich die Größen der Drucke gegen einander, wie die Anzahl der Theile, welche angestoßen werden. Ist also der Druck, den ein schwerer Körper ausübt, einem andern gleich; so können wir sicher schließen, es werden eben so viel Theile bey dem einen, als bey dem andern angestoßen. Gleichermaßen können wir, wenn die Körper

verschiedene Schwere haben, sicher schließen, daß bey demjenigen, welcher schwerer ist, als der andere, eine größere Anzahl Theile angestoßen werden müssen, als bey dem andern, welcher weniger wiegt. Dieser Schluß aber mögte etwas trüglich seyn, wenn wir behaupten wollten, wo gleich viel Theile angestoßen würden, wären auch gleich viel Theile. Nein, die Verschiedenheit der Lage der Theile kann machen, daß in einem Falle mehrere Theile angestoßen werden können, als im andern.

§. 195.

Wir können daher nicht allezeit sicher schließen, wenn ein Körper mit dem andern gleiches Gewicht hat; so habe er auch einerley Masse, oder einerley Anzahl Bestandtheile. Es wird aber dieser zwar unrichtige Schluß, wenn man ihn aufs schärfste nimmt, bey den Fällen, worzu wir hier die Größen der Massen anwenden wollen, keine schädliche Folgen haben, indem wir bey dem Zusammenstoßen der Körper auch eigentlich nur auf den Anstoß des flüßigen Wesens, der an eine gleiche Anzahl Theile geschiehet, zu sehen haben. Wenn nun die Lage der Theile bey einerley Körper eben dieselbe bleibt; so kann der Anstoß des flüßigen Wesens, worinnen diese Bewegungen geschehen sollen, auch nicht verschieden geschehen; folglich können wir hier den Schluß von einerley Schwere der Körper auf einerley Masse immer gelten lassen.

§. 196.

§. 196.

Wir kommen nun zur Sache selbst. Wir wollen aber, um alles aus Gründen recht einzusehen, uns solche Fälle vorstellen, welche uns unterrichten, auf was für Puncte es bey dem Zusammenstoßen der Körper ankomme. Am dienlichsten werden die weichen Körper darzu seyn, uns die Umstände recht einsehen zu lassen.

Wenn also bey zween weichen Körpern die Massen sind = 4 : 4;
die Geschwindigkeit aber, womit sich der bewegte bewegt, zu der Geschwindigkeit des andern ruhenden sich verhält = 6→ : 0;
so ist die relativische Geschwindigkeit (§. 187. Nr. 2.) = 6→. —
Die bewegende Kraft (§. 187. No. 5.) desselben ist auch in diesem Falle diejenige, womit der Anstoß geschiehet (§. 187. Nr. 5.) = 24. —
Indem der Anstoß an den andern geschiehet, verändern durch den entgegengesetzten Druck des flüßigen Wesens beyde ihre Figur, sie berühren einander in vielen Puncten unmittelbar, woraus unter den Umständen ein Zusammenhangen entstehet (§. 131 — 132. 165.). Nach diesem machen beyde Massen zusammen einen einzigen Körper aus, dessen Masse jetzt = 8 ist. Der Widerstand, welchen nunmehro das flüßige Wesen der Bewegung thut, ist jetzt noch einmal so groß, als vorher: es ist aber

doch durch die neu darzu gekommene Masse die bewegende Kraft nicht vermehret worden. Soll also die Größe der letztern bleiben; so muß die Bewegung mit kleinerer Geschwindigkeit geschehen. Und es fragt sich nun: wie finden wir die Größe der nach dem Anstoß erfolgenden Geschwindigkeit? Da die Größe der Kraft das Product aus der Masse in die Geschwindigkeit ist, und jetzt beyde Massen in Bewegung kommen; so dürfen wir nur mit der Summe der Massen in die Größe der Kraft dividiren: der Quotient, der sodann heraus kömmt, muß die Größe der Geschwindigkeit nach dem Zusammenstoßen seyn: hier also 24: 8 = 3. Daher ist jetzt die Geschwindigkeit, womit die Bewegung geschiehet, = 3; die bewegende Kraft (§. 187. n. 5.) aber noch immer = 24, wie zuvor.

§. 197.

Nun können wir schon alle die Fälle beurtheilen, welche bey dem Zusammenstoßen weicher Kugeln nur immer vorkommen, wenn vor dem Anstoße nur eine Kugel allein in Bewegung ist, die andere aber ruhet. Um erstlich die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers zu berechnen, multiplicire man die Masse mit seiner Geschwindigkeit. Um aber die Geschwindigkeit der Bewegung beyder Massen zusammen zu erhalten, dividire man mit der Summe beyder Massen in die bewegende Kraft. Wir wollen noch einige Beyspiele hiervon betrachten.

Wenn

Wenn die Massen sind = 4: 8
die Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers
vor dem Stoße = 6→: 0;
so ist die bewegende Kraft = 24.
Nach dem Zusammenstoße aber bewegen sich
beyde Massen mit einander, und zwar hier mit
der Geschwindigkeit = 2:
also ist auch jetzt die Größe der bewegenden
Kraft = 24.
Wären aber die Massen = 8: 4,
die Geschwindigkeit = 6→: 0,
also die bewegende Kraft = 48;
so würde nach dem Zusammenstoßen die Ge-
schwindigkeit = 4
seyn, und die bewegende Kraft = 48.
Auf solche Art, welche ich durch diese Beyspiele angegeben habe, kann man allemal die Größe der Geschwindigkeit nach dem Zusammenstoßen finden, man nehme die Bedingungen an, wie man wolle, wenn man nur also verfährt, wie in diesen Beyspielen gezeigt worden. Die Richtung der Bewegung gehet in diesen Fällen allezeit nach derjenigen Gegend, nach welcher der zuerst bewegte Körper gieng.

§. 198.

Die Nebenumstände, die hierbey mit vorkommen, sind folgende. Der Druck der einen Kugel gegen die andere kann nicht ganz auf einmal wirken, weil beyder Körper Theile wegen ihrer Eigenschaft, die wir weich nannten

(§. 191.), sich leichter verschieben lassen, als die ganze Kugel sich in Bewegung bringen läs-set. Indem aber nur das erste Theilchen ver-schoben wird, fängt wegen des Drucks, wel-cher geschiehet, die ruhende Kugel an, einen unendlich kleinen Theil der Geschwindigkeit zu bekommen. Die anstoßende Kugel aber verlie-ret einen unendlich kleinen Theil von ihrer Ge-schwindigkeit. Hierdurch werden nach und nach die Kugelflächen breiter, es berühren also in den Flächen immer mehrere Theile einander unmittelbar, die Kugeln hangen also nach und nach immer stärker zusammen. Während die-ser Veränderung bekömmt die vorher ruhende Kugel eine immer größere, die bewegte Kugel aber eine immer kleinere Geschwindigkeit, und dieses so lange, bis beyde Geschwindigkeiten gleich sind. Ist eine von beyden Kugeln hart; so ist der Erfolg, in Ansehung der Geschwin-digkeit nach dem Stoße, und in Ansehung des Zusammenhanges, der nämliche, wie bey zwo weichen Kugeln; nur geschiehet die Verände-rung der Lage der Theile allein an der weichen Kugel.

§. 199.

Wenn bey zwo weichen Kugeln die Massen sind — — = 4: 4.
beyde aber sich nach einerley Gegend, doch mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen, so daß diese als absolut betrachtet (§. 187. No. 1.) sind — — = 8→: 4→;

so

so ist die bewegende Kraft des einen vor dem Stoße — — = 32. —
des andern seine bewegende Kraft vor dem Stoße — — = 16. —
(§. 187. No. 5.), also die Summe beyder Kräfte — — = 48. —
Die relativische Geschwindigkeit ist aber nur — — = 4. —
(§. 181. No. 2.), auch die anstoßende Kraft, oder welches gleich viel ist, die Größe der Kraft, womit der Stoß geschiehet (§. 187. No. 5.) — — = 16. —
Wäre der eine in Ruhe gewesen; so würde nach dem Zusammenstoßen die Geschwindigkeit beyder zusammenhangenden Kugeln = 2 seyn, und also die Größe der Kraft von beyden zusammen — — = 16. —
(§. 196. und 197.). So ist aber ein jeder für sich betrachtet schon in einer Bewegung mit einer Geschwindigkeit = 4: 4.
(§. 187. n. 4.). Addiren wir nun die Geschwindigkeit 2 nach dem Stoße zu der Geschwindigkeit 4, welche der vordere ohnedem hat, oder welche beyde ohnedem haben; so ist alsdenn die Geschwindigkeit beyder zusammenhangender Kugeln = 6, die Größe der Kraft aber, womit sie sich bewegen, = 48, folglich wie vorher.

§. 200.

Lassen wir zwo weiche Kugeln, die verschiedene Massen haben, mit verschiedenen Geschwindig-

schwindigkeiten nach einerley Gegend sich bewegen; so dürfen wir eben so, wie im vorigen Falle, verfahren, um die Geschwindigkeit nach dem Anstoße zu finden. Wenn z. B. die

Massen sind — = 4: 8.
die absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße — — = 8→: 4→.
so sind die Größen der bewegenden Kräfte — — = 32: 32.
also die Summe beyder bewegenden Kräfte — — = 64. —
die relativische Geschwindigkeit ist hier nur — — = 4,
also die Größe der Kraft, womit der Stoß geschiehet — — = 16. —.

Dividiret man mit der Summe der Massen in die Größe der Kraft, womit der Stoß geschiehet; so bekömmt man die Größe der Geschwindigkeit nach dem Stoße = — $1\frac{1}{3}$.
diese zu der absoluten Geschwindigkeit des vorderen addiret, giebt — = — $5\frac{1}{3}$.
Diese gefundene Geschwindigkeit nach dem Stoße in die Summe der Massen multiplicirt giebt = 12. $5\frac{1}{3}$ = 60 + 4 = 64. —
wie die Größe der bewegenden Kraft vor dem Stoße war.

§. 201.

Wenn die Massen sind = 8: 4
die absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße
— — = 8→: 4→;

so

so sind die Größen der bewegenden Kräfte
— — = 64: 16.
Also die Summe beyder bewegenden Kräfte
— — = 80. —
Die relativische Geschwindigkeit ist aber
— — = 4, —
also die Kraft, womit der Anstoß geschiehet,
— — = 32. —
Dividiret man mit der Summe beyder Massen in die Größe der Kraft, womit der Stoß geschiehet — — = 32: 12;
so ist die gefundene Geschwindigkeit, oder der Quotient — — = $2\frac{8}{12} = 2\frac{2}{3}$,
diese zu der Geschwindigkeit des vordern addiret, ist — — = $6\frac{2}{3}$, —
und hiermit die Summe beyder Massen multipliciret, also = 12. $6\frac{2}{3} = 72 + 8 = 80$,
so sehen wir, daß die Summe der Größe beyder bewegenden Kräfte ist, wie sie vor dem Stoße war.

§. 202.

Eigentlich sollten nunmehro diejenigen Fälle vorgetragen werden, da beyde weiche Körper in entgegen gesetzter Richtung an einander stießen. Weil uns aber diese der Nebenumstände wegen keine Anweisung geben, die in der Folge von erheblichem Nutzen wäre; so wollen wir sie bis zu Ende dieses Hauptstücks versparen. Wenn wir nun bey den bis hieher vorgetragenen Fällen auf die Umstände genau sehen; so

finden

finden wir in nichts den Grund von diesen Erscheinungen, als in dem Widerstande des flüßigen Wesens. Bisher sind aber die Fälle allezeit von der Beschaffenheit gewesen, daß nach dem Zusammenstoße beyde Körper eine ganze Masse zusammen ausmachten. Wenn nun die Massen nach dem Stoße verschieden blieben, so daß der Widerstand des flüßigen Wesens gegen besondere Theile ginge; müßten da nicht, weil die Umstände anders sind, ganz andere Erscheinungen sich zeigen? Zu diesen Erscheinungen wird das Zusammenstoßen harter Körper dienen.

§. 203.

Gesetzt, ein harter Körper bestünde aus 12 Theilen, oder welches gleich viel ist, die Masse des bewegten harten Körpers verhielte sich zu der Masse eines andern harten ruhenden Körpers = 12: 12 die absolute und relgtivische Geschwindigkeit (§. 187. No. 2.), welche in diesem Falle einerley sind, und womit sich der eine senkrecht gegen den andern bewegte, wäre = 6→: 0; so wäre die bewegende Kraft, nicht minder die Kraft, womit der Anstoß geschiehet (§. 187. No. 5.), in diesem Falle = 72. In dem Moment, da der bewegte an den ruhenden trift, sollte der ruhende, (wenn dieses in einem leeren Raume geschähe), mit eben der Geschwindigkeit nach der Richtung des bewegten mit fort laufen (§. 117.). Da aber hier dieser Anstoß in einem flüßigen Wesen geschehen

hen soll; so ist es in dem ersten Moment des Zusammenstoßens, ehe noch die Theilchen des flüßigen Wesens weichen können, eben so gut, als wenn das flüßige Wesen mit der nämlichen Geschwindigkeit, welche der ruhende Körper durch den Anstoß bekommen sollte, gegen ihn anliefe (§. 181.). Da nun die Masse des ruhenden Körpers hier auch = 12 ist; und die Größe der Geschwindigkeit des ihm entgegen druckenden flüßigen Wesens in dem hier angenommenen Falle = 6 seyn muß: so muß der ruhende Körper, in dem Moment des Anstoßens, gegen den an ihn stoßenden Körper, mit einer Kraft = 72 drucken. Also wird dem Drucke des vorher bewegten Körpers ein gleich großer Druck gerade entgegen gesetzt. Gleich große pünctliche Drucke, die in entgegengesetzter Richtung gegen einander wirken, vernichten einander (§. 130.). Folglich muß nach dem Anstoße der zuvor bewegte Körper ruhen. Mit dem Anstoße hebt sich aber bey dem zuvor ruhenden Körper auch der abwechselnde Druck des flüßigen Wesens auf der hintern und vordern Seite an (§. 175.), und dieser ist unter den hier angenommenen Umständen eben so groß, als er vorher bey dem anstoßenden Körper war. Daher wird jetzt der vorher ruhende Körper mit der Geschwindigkeit bewegt werden, mit welcher der an ihn stoßende Körper ankam, d. i. hier mit einer Geschwindigkeit

— — — = 6→.

Nach

Nach dem Stoße sind also die Massen
— — = 12: 12.
die Geschwindigkeit des vorher bewegten Körpers
— — = 0: 6→,
also die absolute und relativische Geschwindigkeit auch
— — = 6, —
die Größe der bewegenden Kraft aber = 72, —
wie vor dem Stoße.

§. 204.

Daß mit dem Anstoße einer Kugel an die andere ruhende, der §. 175. von mir bewiesene, bald auf der vorderen, bald auf der hinteren Seite abwechselnde Druck des flüßigen Wesens, wodurch die Bewegung der Kugel unterhalten wurde, an der anstoßenden Kugel aufhören, und bey der angestoßenen von neuem seinen Anfang nehmen müsse, das ist aus folgenden Gründen zu ersehen. In dem Moment, da die anstoßende Kugel an die ruhende trift, und von derselben ihren Gegendruck erhält (§. 203.), kann sie nicht mehr gegen die Theile des flüßigen Wesens, welche sie selbst auf der vorderen Seite unmittelbar berühren, bewegt werden, folglich auch diese nicht bestimmen von neuem nach allen Seiten stärker, als im ruhigen Stande zu drucken. Fällt der Druck auf der vordern Seite hinweg; so ist auch die Ursach nicht mehr vorhanden, warum die hinter der Kugel gelegenen Theile des flüßigen Wesens stärker, als im ruhigen Stande drucken sollten;

sollten; daher fällt auch die fernere Bewegung der Kugel selbst hinweg. Bey der angestoßenen Kugel ist aber der Umstand ganz anders: denn durch den neuen Druck gehet erst der auf der vorderen und hinteren Seite abwechselnde Druck des flüßigen Wesens an; daher muß diese nach den Umständen der Größe desselben bewegt werden, d. i. hier mit der Geschwindigkeit — — = 6→. —

§. 205.

Wenn die Masse eines bewegten harten Körpers zu der Masse eines andern harten ruhenden sich verhielte — = 8: 4. die absolute und relativische Geschwindigkeit aber wäre — — = 6→: 0; so ist die bewegende Kraft, und auch die, womit der Stoß geschiehet — = 48. — In dem Moment des Anstoßens entstehet bey dem ruhenden ein Druck des flüßigen Wesens in entgegengesetzter Richtung mit der nämlichen Geschwindigkeit, mit welcher der ruhende angestoßen wird. Diese Geschwindigkeit war hier = 6; seine Masse ist aber = 4: also ist die Größe des Drucks, welche in dem Moment des Anstoßens der ruhende gegen den bewegten ausübt = 24. Dieser entgegengesetzte Druck des ruhenden Körpers gegen den bewegten beträgt aber in Ansehung der Kraft des bewegten die Hälfte. Also muß die Hälfte der Kraft des anstoßenden vernichtet werden

(§. 130.). Ist die Kraft um die Hälfte vernichtet, und die Masse bleibt; so muß die Geschwindigkeit der bewegenden Kraft, welche $= 6\rightarrow$ war, nur noch $= 3$ seyn. In dem Moment des Zusammenstoßens ist aber auch die Masse des erst in Bewegung begriffenen also vermehret worden, daß sie nun an statt $\frac{2}{3}$ Masse jetzt $\frac{3}{3}$ beträgt. Die noch übrige Geschwindigkeit der wirkenden Kraft muß nun in Ansehung der Masse, worinnen sie wirksam ist, also vertheilt werden, daß jeder Theil der Masse seinen Verhältnißmäßigen Antheil von der Geschwindigkeit bekömmt. Also bekömmt der dritte Theil $\frac{1}{3}$ von der noch übrigen Geschwindigkeit, die übrigen $\frac{2}{3}$ bleiben den $\frac{2}{3}$ Masse. Nun bekam der ruhende Körper durch den Anstoß schon eine Geschwindigkeit $= 6$; von der noch übrigen wirkenden Kraft erhält er aber noch über dem $\frac{1}{3}$: also ist seine Geschwindigkeit, womit er sich nach dem Anstoße bewegen muß, $6 + \frac{1}{3} = 8\rightarrow$. Da nun seine Masse $= 4$ ist; so ist jetzt seine bewegende Kraft $= 32$. Der anstoßende verlohr aber durch den Anstoß nicht nur $\frac{1}{2}$ seiner Geschwindigkeit, sondern noch über dem $\frac{1}{3}$ von der Hälfte. Daher ist seine Geschwindigkeit nach dem Stoße $= 6 - 3 - 1 = 2\rightarrow$: da nun seine Masse $= 8$ ist; so ist seine bewegende Kraft nach dem Stoße $= 16$. Diese macht mit der bewegenden Kraft des vorher ruhenden zusammengenommenen $= 16 + 32 = 48$. daher bleibt die Größe der bewegenden Kraft

nach

nach dem Stoße, wie sie vor dem Stoße war.

§. 206.

Die Veränderungen, welche bey diesen beyden §. 203. und 205. angeführten Fällen vorkommen, betreffen besonders die absoluten Geschwindigkeiten der anstoßenden Körper: denn die relativische Geschwindigkeit, und die Größe der bewegenden Kräfte bleiben in allen Fällen die nämlichen nach dem Stoße, wie sie vor dem Stoße waren. Dieses können wir leicht aus den angeführten Fällen zusammengezogen, übersehen. Denn §. 203. war die relativische Geschwindigkeit = 6→: 0, = 6. die bewegende Kraft aber = 72. Dieses ist nach dem Stoße noch eben so: denn alsdenn ist die relativische Geschwindigkeit = 0: 6→: = 6, und die bewegende Kraft nach dem Stoße = 72. Hier in dem letzten Falle §. 205. ist die relativische Geschwindigkeit vor dem Stoße gewesen = 6→: 0, = 6, die bewegende Kraft war also = 48. Nach dem Stoße sind die absoluten Geschwindigkeiten = 2→: 8→: weil nun beyde nach einerley Richtung gehen (§. 187. No. 3.); so ist der Unterschied beyder die Größe der relativischen Geschwindigkeit, also hier 8 — 2 = 6 wie zuvor. Weil auch beyde bewegende Kräfte nach dem Stoße einerley Richtung haben; so ist ihre Summe 16→ + 32→ = 48 also auch wie zuvor. Die absolute Geschwindigkeit (§. 187. No. 1.) ist

aber in beyden Fällen sehr geändert: denn diese war im ersten Falle (§. 203.) bey dem bewegten Körper = 6, bey dem ruhenden = 0. Nach dem Anstoße aber ist sie bey dem zuvor bewegten = 0, und bey dem zuvor ruhenden = 6. Im letzten Falle §. 205. war die absolute Geschwindigkeit bey dem in Bewegung begriffenen = 6, bey dem ruhenden aber = 0. Nach dem Anstoße aber ist die absolute Geschwindigkeit bey dem anstoßenden = 2, bey dem zuvor ruhenden aber = 8.

§. 207.

Jetzt will ich auch zeigen, daß der Grund, warum diese Bewegung bey harten Körpern also erfolge, aus den Beyspielen mit weichen Körpern einzusehen sey. Der ganze Unterschied liegt blos darinnen, daß bey harten Körpern der ganze Druck in einem Moment auf einmal wirket, da die Wirkung der Drucke bey weichen Körpern nur nach und nach größer wird. Wir wissen aus dem §. 196—198. daß durch den Anstoß eines weichen Körpers an den andern der Widerstand des flüßigen Wesens, worinnen diese Bewegung geschehen, nach und nach um so viel zunehme, bis er so groß ist, daß alsdann beyde Massen zusammen die Größe derjenigen bewegenden Kraft ausüben, welche zuvor nur ein Theil von beyden allein, der in Bewegung war, ausübte. Nun ist natürlich einzusehen, daß durch die Vermehrung

des

des Widerstandes eines flüßigen Wesens, die Geschwindigkeit womit die Bewegung geschiehet, vermindert werden müsse: hingegen aber auch, wenn der Widerstand des flüßigen Wesens, welcher einer und eben derselben bewegenden Kraft eines Körpers entgegen gesetzt war, vermindert wird, daß alsdenn die Geschwindigkeit, womit die Bewegung geschiehet, um eben so viel vermehret werden müsse, als der Widerstand des flüßigen Wesens vermindert worden ist. Wird also der Widerstand des flüßigen Wesens auf solche Art geschehen, daß er in Ansehung einiger Theile der Massen groß, in Ansehung anderer Theile der Masse aber klein ist; so wird der Theil der Masse, welchem der große Widerstand entgegen gesetzt wird, langsamer gehen, als die ganze Masse gehen sollte; derjenige Theil hingegen, dem der kleine Widerstand entgegen gesetzt wird, muß um so viel geschwinder gehen, als die ganze Masse gehen sollte, um wieviel der entgegengesetzte Widerstand kleiner ist, als der, welcher der ganzen Masse entgegen gesetzt wurde.

§. 208.

Wenn nun bey zween Körpern, deren Massen gleich sind, z. B. — = 4: 4. die absolute und relativische Geschwindigkeit aber — — = 6→: 0; so wäre nach dem Zusammenstoß die Geschwindigkeit der Summe der Massen, wenn beyde

hernach ein Ganzes ausmachten (§. 196.)

— — = 3. —

Betrachte ich aber die Massen als einzeln, so verhalten sie sich wie — — 1: 1.

wenn sie also zusammenstoßen, wird der Widerstand um ein Ganzes vermehret. Da nun der Widerstand bey dem anstoßenden um ein Ganzes vermehret wird; so muß die Geschwindigkeit um ein Ganzes dafür vermindert werden.

Sie sollte aber seyn — = 3; —

also ist sie 3 — 3 = 0. —

Hingegen wenn die Kraft so groß ist, daß die Bewegung in Ansehung beyder Massen mit einer Geschwindigkeit — = 3 —

geschehen sollte, der Widerstand aber nur gegen eine Hälfte der Masse um so viel vermindert wäre, als der Theil der Masse beträgt; so müßte die Geschwindigkeit der Bewegung dafür um eben so viel vermehret werden, als der Widerstand vermindert ist. Nun ist in Ansehung der Theile gegen einander die Größe wiederum

— — = 1: 1;

also muß die Geschwindigkeit auch um ein Ganzes vermehret werden: da sie nun seyn sollte

— — = 3; —

so ist sie gegenwärtig = 3 + 3 = 6.

§. 209.

Wenn nach dem §. 197. die Massen sind

— — = 8: 4,

die Geschwindigkeiten aber, womit der Stoß

geschie-

geschiehet — — = 6→: 0;
so wäre die Geschwindigkeit, mit welcher die Masse, als ein Ganzes betrachtet, bewegt werden könnte, — — = 4. —
Da nun aber einzeln betrachtet die Massen sich gegen einander verhalten, wie 1: $\frac{1}{2}$; und jetzt der Widerstand des flüßigen Wesens nach Verhältniß der Massen geschiehet; so muß die Geschwindigkeit bey der großen Masse um $\frac{1}{2}$ vermindert, bey der kleinen Masse hingegen um 1 Ganzes vermehret werden: da sie also bey beyden Massen zusammen = 4 seyn sollte; so ist sie bey der großen Masse = 4 — 2 = 2, bey der kleinen Masse aber = 4 + 4 = 8.
Dieses ist genau also, wie wir es §. 205. bey harten Körpern gefunden haben.

§. 210.

Nach Erwägung der Umstände sind wir nunmehro im Stande eine Regel fest zu setzen, wornach man verfahren muß, wenn man aus gegebener Größe der Massen, und aus gegebener Größe der absoluten und relativischen Geschwindigkeiten vor dem Stoße, sowohl die Größe der Kraft, womit der Stoß geschiehet, als die Größe der absoluten und relativischen Geschwindigkeit eines jeden Körpers nach dem Stoße, finden will.

1) Man multiplicire die Masse des anstoßenden Körpers mit der relativischen Geschwindigkeit (§. 187. No. 5.); das Product ist

die Gröſſe der Kraft, womit der Stoß geschiehet. Ist nun die absolute und relative Geschwindigkeit einerley (§. 187. No. 1. 2.), so ist die bewegende Kraft, und die Kraft, womit der Stoß geschiehet (§. 187. No. 5.), auch einerley.

2) Man dividire mit der Summe beyder Massen in die Gröſſe der Kraft, womit der Stoß geschiehet; der Quotient, der herauskömmt, ist die Geschwindigkeit, womit beyde Körper, als ein Ganzes betrachtet, nach dem Stoße sich bewegen würden (§. 196.). Diese hierdurch gefundene Geschwindigkeit wollen wir im Folgenden die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nennen.

3) Man suche nach der Regel Detri eine Zahl, die zu der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit (No. 2.) sich verhält, wie die anstoßende Masse zu der ruhenden.

4) Wenn diese durch die Regel Detri gefundene Zahl, welche sich zu der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit verhält, wie die ruhende Masse zu der anstoßenden, von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit (n. 2.) abgezogen wird: so bleibt die absolute Geschwindigkeit der anstoßenden Masse nach dem Stoße übrig.

5) Wird aber die gemeinschaftliche Geschwindigkeit verdoppelt; so erhält man die Gröſſe

der

der absoluten Geschwindigkeit, womit der angestoßene Körper nach dem Stoße sich bewegen muß.

Man siehet aus der No. 3. und 4. leicht ein, wenn die n. 3. durch die Regel Detri gefundene vierte Proportionalzahl, welche von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit soll abgezogen werden n. 4., kleiner ist, als die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, daß die Bewegung der anstoßenden Masse noch positiv bleiben müsse; d. i. sie muß noch nach der Richtung gehen, nach welcher sie vorher ging; denn es bleibt hier noch etwas übrig. Ist die gefundene vierte Proportionalzahl der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit gleich; so muß die Bewegung der anstoßenden Masse gar hinweg fallen, denn gleiches von gleichem gehet auf. Ist aber die gefundene Zahl gar größer, als die gemeinschaftliche Geschwindigkeit; so muß die Bewegung der anstoßenden Masse alsdenn negativ werden, d. i. sie muß nach umgekehrter Richtung gehen. Denn wenn ich größeres von dem kleineren abziehe, so bekomme ich weniger als nichts. Der Grund, warum man nach der n. 5, die gemeinschaftliche Geschwindigkeit verdoppeln muß, um die Geschwindigkeit des angestoßenen Körpers nach dem Stoße zu erhalten, liegt darinnen, weil man einmal dieselbe als in der Summe der Massen wirkend betrachtet, das andere mal aber als in den angestoßenen allein wirkend, also betrachten wir sie zweymal, und er-

halten sie auch doppelt, ob gleich die Ursach davon nur in der Größe des in einem Moment wirkenden Stoßes liegt.

§. 211.

Man wird bey Anwendung der in vorigen Paragraphen gegebenen Regeln in allen Fällen die Größen der Kräfte und Geschwindigkeiten also finden, wie sie die Erfahrung bey solchen Versuchen bestätigen wird, die wir im Folgenden anstellen werden. Nur dieses will ich noch anmerken. Man thut bey Berechnungen der Kräfte und Geschwindigkeiten wohl, wenn man die Größe der relativischen Geschwindigkeit vor dem Stoße, durch eine solche Zahl ausdrucket, die sich bequem in solche Theile theilen lässet, welche das Verhältniß der gegebenen Massen haben. Hierdurch erhält man diese Bequemlichkeit im Rechnen, daß keine Brüche entstehen. Ob nun gleich die Brüche in der Sache nichts verändern; so würden sie doch denjenigen, welche in der Bruchrechnung nicht geübt genug sind, viel Schwürigkeiten machen. Wir wollen einstweilen die im vorhergehenden Paragraphen gegebene Regeln nur auf solche Fälle anwenden, wo ein Körper allezeit in Ruhe ist, nicht weil sie sich auf andere Fälle nicht anwenden ließen; sondern weil bey den andern Fällen erst noch eine Betrachtung der Umstände voraus zu schicken nothwendig ist.

§. 212.

Wenn bey zween harten Körpern die Massen sind — — = 12: 12,
die absolute und relativische Geschwindigkeit
— — = 8→: 0;
so ist die bewegende Kraft, und auch die, womit der Stoß geschiehet = 96. —
die gemeinschaftliche Geschwindigkeit (§. 210. No. 2.) würde seyn = 4. —
die nach der Regel Detri gefundene Zahl (§. 210. No. 3.) ist hier 12: 12 = 4: 4.
Subtrahiret man diese gefundene Zahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit; so bleibt die absolute Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße übrig (§. 210. No. 4.), also — = 4 — 4 = 0.
Duppliret man aber die gemeinschaftliche Geschwindigkeit; so erhält man die Geschwindigkeit des angestoßenen (§. 210. No. 5.)
— = 4 + 4 = 8.
Multipliciret man jede Masse mit der für sie gefundenen Geschwindigkeit; so erhält man die Größen der bewegenden Kräfte nach dem Anstoße: und diese addiret, werden allemal so groß seyn, als die bewegende Kraft vor dem Stoße war, z. B. = 12. 0 = 0, 12. 8 = 96.
ziehet man aber die gefundenen absoluten Geschwindigkeiten von einander ab; so erhält man die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße, z. B. — — — = 0 — 8 = 8.

und

und diese ist auch allemal der relativischen Geschwindigkeit vor dem Stoße gleich.

§. 213.

Wenn die Massen sind, — = 12: 6,
die Geschwindigkeiten — = 9→: 0;
so ist die anstoßende und bewegende Kraft
— — = 108.
der Quotient aus der Summe der Massen in die bewegende Kraft ist = 108: 18 = 6: dieses ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, womit beyde Massen nach dem Stoße bewegt werden sollten — = 6. — — —
Aus der Verhältniß der Massen und der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit ist die vierte Proportionalzahl = 12: 6 = 6: 3, also giebt diese gefundene Zahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, die Geschwindigkeit der anstoßenden Masse nach dem Stoße — = 6 — 3 = 3.
Hingegen die gemeinschaftliche Geschwindigkeit duppliret, giebt die Geschwindigkeit der angestoßenen Masse, hier = 6 + 6 = 12.
der Unterschied beyder absoluten Geschwindigkeiten nach dem Anstoße ist die relativische Geschwindigkeit — = 12 — 3 = 9, diese bleibt, wie vor dem Stoße. Jede Masse mit ihrer absoluten Geschwindigkeit multiplicirt, und die Producte addiret, giebt die bewegende Kraft nach dem Anstoße, welche wiederum

derum der vor dem Stoße gleich ist, hier
— = 36 + 72 = 108.

§. 214.

Wären die Massen — = 12: 4,
die Geschwindigkeiten aber = 8→: 0,
so ist die anstoßende Kraft = 96.
die gemeinschaftliche Geschwindigkeit würde seyn
— — = 6:
so würde die gefundene Zahl aus dem Verhältnisse der Massen und der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit wie = 12: 4 = 6: 2
seyn, also wird die Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße = 6 — 2 = 4.
die Geschwindigkeit des angestoßenen aber wird
— = 6 + 6 = 12.
die relativische Geschwindigkeit ist also
— = 12 — 4 = 8
die Größen der bewegenden Kräfte sind
— = 48: — 48 = —
beyde zusammen also = 48 + 48 = 96
wie vor dem Stoße. In diesen Fällen bleiben die Geschwindigkeiten positiv.

§. 215.

Wenn die Massen sind = 6: 12
die Geschwindigkeit aber = 8→: 0;
so ist die Kraft, womit der Stoß geschiehet,
— — = 48.
die gemeinschaftliche Geschwindigkeit —
— = 48: 18 = $2\frac{2}{3}$

die vierte Proportionalzahl aus beyden Massen, und der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit

— = 6: 12 = $2\frac{2}{3}$: $5\frac{1}{3}$

diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen giebt — — — — $2\frac{1}{3}$ ←

negativ. Die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit — — — = → $5\frac{1}{3}$

positiv. Weil die Bewegung nach entgegengesetzten Richtungen gehen (§. 187. No. 4.); so müssen beyde Geschwindigkeiten addiret werden, um die relativische Geschwindigkeit zu bekommen, also = $2\frac{2}{3}$ + $5\frac{1}{3}$ = 8 —

wie vorher. Die Größen der bewegenden Kräfte nach dem Stoße werden aber seyn bey dem

anstoßenden — = 6. $2\frac{2}{3}$ = 16. ←

bey dem angestoßenen = 12. $5\frac{1}{3}$ = 64. →

Wollten wir diese Größen addiren; so würden wir zu viel bekommen: wenn wir aber die kleine von der größeren abziehen, = 64 — 16 = 48; so bekommen wir sie wiederum, wie zuvor. Dieses Abziehen muß hier geschehen, weil die eine Bewegung negativ ist. Was dieses sagen wolle, und warum ich so verfahren müsse, das werde ich bald zeigen.

§. 216.

Ich habe in den vorigen Paragraphen wider meine §. 211. gemachte Anmerkung selbst verstoßen, und eine solche Zahl zu der relativischen Geschwindigkeit erwählet, woraus Brüche entstanden sind. Es ist einmal geschehen;

mag

mag es doch bleiben: man kann zugleich sehen, wie man mit Brüchen bey dergleichen Fällen zu verfahren habe. Um aber meinen Fehler zu verbessern, darf man nur die relativische Geschwindigkeit statt 8, durch 9 ausdrucken.

Wenn also die Massen sind = 6: 12 — —
die Geschwindigkeiten = 9→: 0
so ist die anstoßende Kraft = 54. — —
die gemeinschaftliche Geschwindigkeit würde seyn
— = 54: 18 = 3. —
die vierte Proportionalzahl aus den Verhältnisse der Massen und der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit — = 6: 12 = 3: 6
diese 6 von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt = 3 — 6 = 3 ←
negativ für den anstoßenden Körper. Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit verdoppelt, giebt die absolute Geschwindigkeit des angestoßenen Körpers nach dem Stoße = 6. Diese beyde Geschwindigkeiten addiret, das giebt die relativische Geschwindigkeit = 9, wie vor dem Stoße. Jede Masse mit ihrer Geschwindigkeit multipliciret = 6. 3 = 18, —
und — = 12. 6 = 72. —
Die bewegende Kraft des vorher anstoßenden Körpers als jetzt negativ, von der bewegenden Kraft des angestoßenen abgezogen
— = 72 — 18 = 54,
ist wieder, wie vor dem Zusammenstoßen.

§. 217.

§. 217.

Sind die Massen = 4: 12.
die Geschwindigkeiten = 8→: 0; so ist
die anstoßende Kraft = 32. die gemeinschaftliche Geschwindigkeit würde aber seyn
— = 32: 16 = 2
die vierte Proportionalzahl = 4: 12 = 2: 6
diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt = 2 — 6 = 4 negativ, für den anstoßenden Körper. Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit verdoppelt ist die Geschwindigkeit des angestoßenen Körpers nach dem Stoße = 4. Beyde Geschwindigkeiten addiret, giebt die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße = 8, wie vorher. Das Product aus jeder Masse mit ihrer Geschwindigkeit macht bey dem anstoßenden
— = 4. 4 = 16,
bey dem angestoßenen aber = 12. 4 = 48.
die negative Kraft von der positiven abgezogen
— = 48 — 16 = 32
wie vor dem Stoße.

§. 218.

Jetzt wollen wir untersuchen, warum wir die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers nach dem Stoße als negativ betrachten, und sie also von der bewegenden Kraft des angestoßenen Körpers nach dem Stoße abziehen müssen. Die Ursach lieget in dem flüßigen Wesen: denn wenn eine Kugel von der andern sich allein entfer-

entfernet; so ist die Größe des abwechselnden Drucks des flüßigen Wesens auf der vorderen und hinteren Seite (§. 180.) auf diese Art bestimmet, daß das flüßige Wesen auf der vorderen Seite der Kugel nicht mit größerer Geschwindigkeit weichen kann, als mit welcher hinter der Kugel die Zwischenräumchen größer werden: und dieses ist allemal in diesem Falle der Geschwindigkeit der Kugel gleich. Werden aber zwo Kugeln in einem flüßigen Wesen zugleich nach umgekehrten Richtungen bewegt ← →: so werden die Räumchen des flüßigen Wesens hinter einer jeden Kugel nicht nur um so viel größer, als die eigene Bewegung der Kugel beträgt; sondern weil beyde Kugeln sich von einander entfernen; so werden die Zwischenräumchen des flüßigen Wesens, welches zwischen beyden Kugeln ist, und also hinter einer jeden von den Kugeln, um so viel größer, als beyder Kugeln Geschwindigkeiten zusammen betragen. Die Theile des flüßigen Wesens, welche in der Gegend liegen, wohin die Bewegungen gehen, können also mit größerer Geschwindigkeit ausweichen, weil die Zwischenräumchen hinter einer jeden Kugel durch die doppelte Entfernung von einander mit größerer Geschwindigkeit größer werden, als wenn nur eine Kugel alleine bewegt würde. Wir können daher die Größen der Drucke ansehen, als geschähen sie in einem flüßigen Wesen, welches nicht mehr so viel widerstünde, wie vorher, und wir

bekommen also die Größe der Verminderung des Widerstandes des flüßigen Wesens, wenn wir die eine Kraft als negativ von der andern abziehen.

§. 219.

Dieses ist wiederum ein großer Beweis für meine Theorie, daß nämlich alle Bestimmungen der Kräfte auf unserer Welt durch ein äußerliches flüßiges Wesen geschehen. Denn in einem leeren Raume würden wir nimmermehr von dieser Begebenheit in Ansehung der Größe der Kräfte einen Grund anzugeben im Stande seyn. Ich glaube auch, dieser Punct ist dem Herrn von Leibniz der Stein des Anstoßes gewesen, wodurch er bewogen worden zu behaupten, die Größe der Kraft müsse berechnet werden aus dem Producte der Masse mit dem Quadrate der Geschwindigkeit. Um den geneigten Leser zu überführen, daß beyderley Arten die Größe der Kräfte zu berechnen, richtig sind, und zwar in allen Fällen, will ich auch die Berechnung der Kräfte nach des Herrn von Leibniz Art kürzlich vortragen.

§. 220.

Die Art und Weise, wie Herr von Leibniz die Größen der Geschwindigkeiten und der Kräfte berechnet, sind bloß aus der Erfahrung abstrahiret, und man ist nicht im Stande den Grund anzugeben, warum man also verfähret;

ret: es zeigt sich bloß, wenn man bey der Berechnung so und so verfährt, daß die Größen, die man erhält, mit der Erfahrung übereinstimmen. Die Regeln sind folgende.

1) Man multiplicire die Größe der Masse mit dem Quadrate der relativischen Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers: das Product ist die Größe der Kraft, womit der Stoß geschiehet.

2) Man schließe nach der Regel Detri: wie die Summe der Massen zu ihrem Unterschiede sich verhält; so verhält sich die Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers vor dem Stoße, zu der Geschwindigkeit desselben nach dem Stoße.

3) Man addire zu der gefundenen Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße (No. 2.) die relativische Geschwindigkeit desselben vor dem Stoße; so bekömmt man die Geschwindigkeit des angestoßenen Körpers nach dem Stoße.

4) Man suche nach der Regel Detri die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers nach dem Stoße folgendermaßen: wie das Quadrat der Summe der Massen zu dem Quadrate des Unterschieds derselben sich verhält; also verhält sich die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers vor dem Stoße, zu derselben nach dem Stoße.

5) Die bewegende Kraft des angestoßenen Körpers findet man nach der Regel Detri, wenn man schließet: wie das Quadrat der Summe beyder Massen, zu dem Unterschiede, welcher zwischen dem Quadrate dieser Summe der Massen und dem Quadrate des Unterschieds der Massen ist: so verhält sich die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers, zu der bewegenden Kraft des angestoßenen.

§. 221.

Nun können wir einige Beyspiele vornehmen. Wenn vor dem Stoße die Massen sind,

wie — — = 3: 3,

und die absoluten Geschwindigkeiten der Bewegung (§. 187. No. 1.) wie = 4→: 0;

so ist die relativische Geschwindigkeit (§. 187. No. 2.) — — = 4, —

und also, nach der Berechnung des Herrn von Leibniz, die bewegende Kraft (§. 220. No. 2.)

— — = 48: 0.

Nach dem Stoße aber werden die Geschwindigkeiten der Bewegungen seyn (§. 220. No. 2.)

wie — — = 0→: 4,

die relativische Geschwindigkeit (§. 187. No. 2.)

ist auch — — = 4, —

und die bewegenden Kräfte sind wie

— — = 0: 48.

§. 222.

Wenn vor dem Stoße die Massen sind, wie
— — = 12: 6,
und die absoluten Geschwindigkeiten der Bewegung wie — = 12→: 0;
so ist die relativische Geschwindigkeit
— — = 12, —
und die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers — — = 1728: 0.
Nach dem Stoße aber sind die absoluten Geschwindigkeiten der Bewegung, wie
— — = 4→: 16→
die relativische Geschwindigkeit aber
— — = 12, ——
und die bewegenden Kräfte = 192: 1536.
Auch hier bleiben die relativischen Geschwindigkeiten, und die Größe der bewegenden Kräfte in allen Fällen nach dem Stoße, wie vor dem Stoße.

§. 223.

Wenn vor dem Stoße die Massen sind wie
— — = 3: 1.
die absoluten Geschwindigkeiten der Bewegungen, wie — — = 6→: 0;
so ist die relativische Geschwindigkeit
— — = 6. —
Die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers würde seyn — — = 108. —
Nach dem Stoße aber sind die Geschwindigkeiten der Bewegung (§. 220. No. 2.), wie — — = 3→: 9→.

die relativische Geschwindigkeit (§. 187. No. 2.)
— — = 6 —
und die bewegenden Kräfte = 27: 81.

§. 224.

Wir wollen auch solche Fälle vor die Hand nehmen, wo die kleinere Masse eine größere ruhende anstößet. Wenn also vor dem Stoße
die Massen sind, wie = 1: 2;
die absoluten Geschwindigkeiten, wie
— — = 12→: 0;
so ist die relativische Geschwindigkeit
— — = 12, —
und die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers — — = 144. —
Nach dem Stoße aber sind die Geschwindigkeiten der Bewegung (§. 220. No. 2.), wie
— — = 4←:→8:
die relativische Geschwindigkeit aber ist (§. 187. No. 4.), — = 12, —
folglich sind die bewegenden Kräfte, wie
— — = 16: 128.

§. 225.

Wären vor dem Stoße
die Massen, wie — = 1: 3,
die absoluten Geschwindigkeiten, wie
— — = 12→: 0;
so ist die relativische Geschwindigkeit = 12
und also die bewegende Kraft des anstoßenden Körpers: — — = 144. —

Nach

Nach dem Stoße aber sind
die Geschwindigkeiten der Bewegungen, wie
— — = 6←: →6
die relativische Geschwindigkeit aber
— — = 12 —
die bewegenden Kräfte, wie = 36: 108.

§. 226.

Man nehme die Verhältnisse der Massen auf eine noch so verschiedene Art an, auch die Größen der relativischen Geschwindigkeiten, wie man immer annehmen wolle, so lassen sich alle übrige Fälle sowohl nach den §. 210. von mir angegebenen Regeln, als nach den §. 220. angeführten Regeln des Herrn von Leibniz berechnen. Nur muß man genau bemerken, wie die relativische Geschwindigkeit unter den angenommenen Umständen sey. Denn es ist aus dem §. 187 zu ersehen, ob gleich beyde Körper nach einerley Richtung in Bewegung sind; daß doch in Absicht auf die relativische Geschwindigkeit des andern, der eine auch so zu sagen eine relativische Ruhe hat: und daher muß derjenige Körper, welcher von dem andern angestoßen wird, auch als ruhend angesehen werden, ob er gleich an sich betrachtet schon eine Bewegung vor dem Stoße wirklich hat. Derjenige Körper, welcher einen andern, der schon in Bewegung nach einerley Gegend mit ihm begriffen ist, anstoßen soll, muß ja nothwendig schon, außer der relativischen Geschwindigkeit,

eine Geschwindigkeit haben, welche der Geschwindigkeit des andern gleich ist: sonst könnte er den andern nicht einholen. Aber mit dieser Geschwindigkeit, welche der Geschwindigkeit des andern nur gleich ist, kann er keine Veränderung in dem Zustande des andern machen (§. 109.). Daher wird auch derjenige Theil der Kraft, welcher aus der mit der vorher schon in Bewegung begriffenen gleichen Geschwindigkeit entstehen würde, gar nicht mit als wirkend bey der Berechnung in Erwägung gezogen, sondern nur als eine fremde Sache vorher angesehen, und auch als eine solche hernach wiederum hinzugethan.

§. 227.

Der ganze Unterschied zwischen meiner und des Herrn von Leibniz Berechnung beruhet nur darinnen, daß ich diejenige Kraft, mit welcher sich die kleinere anstoßende Masse nach dem Stoße in umgekehrter Richtung bewegt, als negativ von der Kraft des angestoßenen nach dem Stoße abziehe, welches bey der Leibnitzischen Berechnung nicht geschiehet. Allein, wenn wir die Umstände betrachten; so werden wir sehen, daß sie in verschiedenen Stücken hievon abweichen. Denn wenn man nach des Herrn von Leibniz angegebener Art die Rechnung anstellet; so findet man zwar die absolute Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße, wie der §. 220. No. 2. aus:

ausweiſet: man weis aber durch die Rechnung allein nicht, ob die gefundene Bewegung nach dem Stoße vorwärts oder rückwärts gehen werde, welches doch einen großen Unterſchied giebt, indem jederman einſehen muß, daß ein Körper, welcher ſich von mir hinweg bewegt, mich um ſo viel weniger drucken kann, (als er es im ruhigen Stande würde thun können), als wie viel ſeine Kraft beträgt, mit welcher er ſich von mir entfernet.

§. 228.

Erwägen wir nun, daß wir, um die relativiſche Geſchwindigkeit zweener Körper zu finden, die nach einerley Richtung in Bewegung ſind, nach dem §. 187. No. 3, die abſoluten Geſchwindigkeiten von einander abziehen müſſen; daß wir hingegen, um die relativiſche Geſchwindigkeit zweener Körper, die nach entgegengeſetzter Richtung in Bewegung begriffen ſind, zu finden, die abſoluten Geſchwindigkeiten zu einander addiren müſſen: (§. 187. No. 4.) ſo folget, daß im erſten Falle die Zahl, welche wir durch die Multiplication der Maſſen in die abſoluten Geſchwindigkeiten erhalten, die alſo nach dem §. 187. No. 5. die bewegende Kraft giebt, kleiner werden müſſe, als die anſtoßende Kraft vor dem Stoße, im letzten Falle aber eben die bewegende Kraft größer werden müſſe. Es iſt alſo kein Wunder, wenn man das Product aus dieſen im erſten Falle gefundenen Zah-

len in jede Masse für sich, als bewegende Kraft betrachtet (§. 187. No. 5.), zu klein findet; und daß man daher in dem Falle, wo beyde Körper nach einerley Richtung in Bewegung bleiben, die Producte aus den Massen in die absoluten Geschwindigkeiten erst addiren müsse, um die Größe der bewegenden Kräfte nach dem Stoße zu finden. Hingegen hat man sich eben so wenig zu verwundern, daß in dem letzten Falle, wo die Bewegungen nach dem Stoße in entgegengesetzter Richtung gehen, die Producte aus jeder Masse in die gefundenen Zahlen, womit wir die Geschwindigkeit ausdrucken, oder aus den absoluten Geschwindigkeiten an sich betrachtet, zu groß werden, und man sie daher von einander abziehen müsse, wenn die rechte Größe der Kraft nach dem Stoße herauskommen soll.

§. 229.

Beyde Berechnungsarten bringen also, wie wir sehen, die wahren Größen und Verhältnisse, man mag die Massen mit dem Quadrate der Geschwindigkeit multipliciren, wie (§. 221, 222, 223, 224, 225.) nach der Regel des Herrn von Leibniz geschehen ist; oder man mag die Berechnungsart von dem des Cartes anwenden, wo man nur die Massen mit der Geschwindigkeit multipliciret, wie in den §. 212, 213, 214, 215, 216, 217, geschehen ist. Nur muß man bey der letzten Art allezeit wohl acht haben, welche Größen negativ oder positiv sind, und im Fall

eine

eine negativ ist, die Subtraction gehörig zu Hülfe nehmen, da man bey positiven Größen die Addition anwenden kann. Ob nun gleich die Cartesianische Art, die Größen der Kräfte beym Zusammenstoßen der Körper zu berechnen, schon längst bekannt gewesen ist; so entsinne ich mich doch nicht, jemals von der positiven und negativen Größe etwas gehöret oder gelesen zu haben: auch die Art, wie man aus der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit durch die Addition, oder durch die Subtraction der vierten Proportionalzahl die absolute Geschwindigkeit einer jeden Masse nach dem Stoße findet (§. 210.), sie mag positiv oder negativ seyn, ist von keinem Gelehrten, so viel ich weis, vorgetragen worden. Ich glaube daher berechtiget zu seyn, diese Berechnungsart für meine eigene Erfindung zu halten. Ich ziehe sie der Leibnizzischen vor, weil sie erstlich nicht so weitläuftig ist, als diese; zweytens weil ich vermöge meiner Berechnungsart gleich im Stande bin einzusehen, ob die Bewegung der anstoßenden Masse noch immer vorwärts oder rückwärts gehen muß. Worin aber der Grund dessen liege, daß durch die Leibnizzische Berechnung die Größen allezeit als positiv können angesehen werden, diese Untersuchung gehöret mehr für den Algebraiker, als für den Naturlehrer, und ich glaube, ich würde dadurch, daß ich es hier mit untersuchen wollte, bey dem größten Theile meiner geneigten Leser nur mehr Verdruß als Vergnügen

gnügen erwecken. Es mag also an seinen Ort gestellet seyn.

§. 230.

Wir kommen nunmehro in der Ordnung auf solche Fälle, wo beyde Körper vor dem Stoße schon in Bewegung sind, und zwar erstlich nach einerley Gegend oder Richtung, hernach aber nach entgegengesetzter Richtung. Hier mögen nun die Massen gleich seyn, oder ungleich, die kleine Masse mag die große anstoßen, oder die große Masse die kleine; in allen Fällen werden wir die §. 210. von mir angegebenen Regeln anwenden können, und jederzeit die Größen der Geschwindigkeiten und Kräfte nach dem Stoße finden, welches die Erfahrung im künftigen bey den Versuchen bestätigen wird.

Wenn also bey zween harten Körpern die
Massen sind, wie — — = 12: 12,
die absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße,
wie — — = 9 →: →3;
so wird die Kraft, womit sich jeder bewegt,
seyn — — = 108: 36
die Summe der Kräfte aber = 144.
Die relativische Geschwindigkeit wäre aber
hier — — = 6,
also die anstoßende Kraft = 72.
Mit der Summe der Massen die anstoßende
Kraft dividiret — = 72: 24 = 3
dieses würde die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn. Die vierte Proportionalzahl aus dem

Verhält:

Verhältnisse der Massen, und der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit wird seyn

— — = 12: 12 = 3: 3.

diese gefundene Zahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt für den anstoßenden — — = 3 — 3 = 0.

Also würde der anstoßende Körper in Ansehung der anstoßenden Kraft nach dem Stoße ruhen. Er hat aber außer der anstoßenden Kraft noch ein Theil der Geschwindigkeit, und auch der Kraft übrig, womit er sich zwar noch bewegen, aber nicht in den andern wirken kann, weil der andere mit eben so großer Kraft und Geschwindigkeit ohnedem schon bewegt wird (§. 109.), und diese Geschwindigkeit ist in diesem Falle

— — = 3:

daher muß der anstoßende Körper auch nach dem Stoße noch eine absolute Geschwindigkeit

— — = 3

haben, und seine bewegende Kraft wird seyn

— — = 12. 3 = 36.

Der angestoßene hingegen erhält durch den Anstoß die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit, also hier — = 3 + 3 = 6.

Seine Kraft, die er durch den Anstoß erhalten hat, würde also in diesem Falle seyn

— — = 12. 6 = 72.

Ohnedem gieng er aber schon mit einer absoluten Geschwindigkeit — = 3

nach eben der Richtung: daher war seine bewegende Kraft schon = 12. 3 = 36

dieses

dieses macht mit der darzu gekommenen Kraft
— — = 36 + 72 = 108.
Also bewegt sich der angestoßene Körper mit
einer Kraft — = 108,
und seine absolute Geschwindigkeit ist
— — = 3 + 6 = 9.
Betrachten wir nun alles zusammen nach dem Stoße; so sind alsdenn die Massen
— — = 12: 12,
die absoluten Geschwindigkeiten
— — = 3 →: →9,
die bewegenden Kräfte = 36: 108,
die Summe derselben = 144,
und die relativische Geschwindigkeit
— — = 6,
alles wie vor dem Stoße.

§. 231.

Wenn vor dem Stoße die Massen sind, wie
— — = 12: 6
die absoluten Geschwindigkeiten
— — = 9→: →3;
so sind die bewegenden Kräfte
— — = 108: 18,
also die Summe beyder = 126.
Die relativische Geschwindigkeit wäre aber
— — = 6,
und die anstoßende Kraft = 72.
die gemeinschaftliche Geschwindigkeit
nach dem Stoße = 72: 18 = 4,

die

die vierte Proportionalzahl

— — = 12: 6 = 4: 2,

diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen — — = 4 — 2 = 2 giebt die Geschwindigkeit, welche der anstoßende Körper nach dem Stoße haben kann. Der angestoßene Körper wird aber nach dem Stoße die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit haben, also hier = 4 + 4 = 8. Nach dem Stoße bewegt sich also der anstoßende Körper mit der Kraft, welche aus seiner absoluten Geschwindigkeit nach dem Stoße, mit der Masse multipliciret, entstehet

— — = 12. 2 = 24.

Der angestoßene auch mit der Kraft, welche auch aus seiner alsoluten Geschwindigkeit mit der Masse multipliciret entstehet, also hier

— — = 6. 8 = 48.

Die Summe dieser Kräfte ist schon der anstoßenden Kraft vor dem Stoße gleich

— — = 24 + 48 = 72.

Jeder von diesen bewegten Körpern hat aber außer der anstoßenden Kraft noch einen Theil der Geschwindigkeit, womit er sich für sich schon bewegte, und diese ist = 3.

Der noch übrige Theil der bewegenden Kraft, welcher hier in Ansehung des Anstoßens nicht mit in Erwägung gezogen worden ist, beträgt

bey dem großen — = 12. 3 = 36,

bey dem kleinen aber = 6. 3 = 18.

Diese Theile der Kraft müssen wir wiederum zu

eines

eines jeden Körpers Kraft nach dem Stoße addiren; daher ist nun die bewegende Kraft des Großen nach dem Stoße = 24 + 36 = 60.
Seine absolute Geschwindigkeit ist aber
— — = 2 + 3 = 5.
Die bewegende Kraft des kleinen ist nach dem Stoße — — = 48 + 18 = 66.
Seine absolute Geschwindigkeit nach dem Stoße ist — — = 8 + 3 = 11.
Die Summe beyder bewegenden Kräfte nach dem Stoße würde also seyn = 60 + 66 = 126, wie vor dem Stoße, und die relativische Geschwindigkeit wäre = 11 — 5 = 6, auch wie vor dem Stoße.

§. 232.

Wären die Massen vor dem Stoße, wie
— — = 12: 4.
die absoluten Geschwindigkeiten, wie
— — = 8→:→4;
so sind die bewegenden Kräfte
— — = 96: 16,
also die Summe beyder = 112.
Die relativische Geschwindigkeit wäre aber
— — = 4
daher die anstoßende Kraft = 48.
Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit
— — = 48: 16 = 3
die vierte Proportionalzahl
— — = 12: 4 = 3:1.
Diese gefundene Zahl von der gemeinschaftlichen Geschwin-

Geschwindigkeit abgezogen, giebt die absolute Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße, hier also = 3 — 1 = 2.
Folglich ist die Kraft desselben nach dem Stoße
— — = 12. 2 = 24.
Der angestoßene Körper erhält durch den Anstoß die gemeinschaftliche Geschwindigkeit doppelt, also hier — = 3 + 3 = 6,
seine bewegende Kraft ist also
— — = 4. 6 = 24
die Summe beyder ist der anstoßenden Kraft vor dem Stoße gleich — = 24 + 24 = 48.
Jeder Körper hatte aber außer der anstoßenden Kraft an sich einen Theil der Kraft, den wir nicht in Erwägung gezogen haben, nicht minder einen Theil der absoluten Geschwindigkeit: diese ist hier — — = 4 bey jedem,
die noch übrige Kraft ist also bey dem
großen — — = 12. 4 = 48,
bey dem kleinen — = 4. 4 = 16.
So wohl die übrige Kraft, als auch die übrige Geschwindigkeit eines jeden Körpers, zu der bewegenden Kraft und absoluten Geschwindigkeit desselben hinzu gethan, giebt bey den anstoßenden in Ansehung der Geschwindigkeit
— — = 2 + 4 = 6
bey den angestoßenen aber = 6 + 4 = 10:
die relativische Geschwindigkeit ist also
— — = 10 — 6 = 4
wie vor dem Stoße.

Die bewegende Kraft des großen nach dem Stoße
ist also — — = 24 + 48 = 72,
bey dem kleinen aber = 24 + 16 = 40.
Die Summe der Kräfte also 72 + 40 = 112
wie vor dem Stoße. Wir erhalten auch die nämliche Größe der Kräfte, wenn wir eines jeden Körpers absolute Geschwindigkeit nach dem Stoße mit seiner Masse multipliciren,

— — = 12. 6 = 72
und — — = 4. 10 = 40

§. 233.

Jetzt wollen wir solche Fälle vor uns nehmen, wo zwar beyde Körper nach einerley Richtung vor dem Stoße in Bewegung sind, wo aber eine kleinere Masse eine größere anstößet. Wenn also vor dem Stoße die Massen sind,
wie — — 4: 8,
die absoluten Geschwindigkeiten aber wie
— — 12→ : → 6;
so sind die bewegenden Kräfte
— — 48: 48,
und die Summe derselben = 96.
Die relativische Geschwindigkeit ist aber nur
— — = 6
und also die anstoßende Kraft
— — = 4. 6 = 24.
Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße würde also hier seyn, 24: 4 + 8 = 2
die vierte Proportionalzahl aber
— — = 4: 8 = 2: 4,
diese

diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit
abgezogen — — = 2 — 4 = 2
negativ, also sollte der anstoßende Körper mit
einer Geschwindigkeit = 2←
eigentlich rückwärts bewegt werden: seine ne-
gativische Bewegung würde also mit einer Kraft
— — = 4. 2 = 8
geschehen. Der angestoßene Körper hingegen
muß nach dem Stoße mit doppelter gemeinschaft-
lichen Geschwindigkeit bewegt werden: diese
wird also hier seyn — = 2 + 2 = 4→.
Demnach ist seine neue Kraft nach dem Stoße
— — = 8. 4 = 32.
Ziehet man nun die negativische Kraft (§. 210.
218.) von der positiven ab; so ist die Größe der
bewegenden Kraft nach dem Stoße, der Größe
der anstoßenden Kraft vor dem Stoße gleich,
z. B. — — 32 — 8 = 24.
Addiret man aber beyde absolute Geschwindig-
keiten nach dem Stoße; so sind auch diese der
relativischen vor dem Stoße gleich
— — = 4 + 2 = 6.
Nun haben aber beyde Körper noch einen Theil
von ihrer absoluten Geschwindigkeit vor dem
Stoße, welchen wir hier nicht mit in Erwägung
gezogen haben, und dieser ist hier bey jedem
— — = 6.
Da nun der anstoßende Körper eigentlich nach
dem Stoße mit einer Geschwindigkeit
— — = 2
rückwärts bewegt werden sollte; derselbe aber

noch außer dem Stoße eine Geschwindigkeit

— — = 6

vorwärts hat; so müssen wir diese Geschwindigkeiten nach entgegengesetzter Richtung von einander abziehen, also — 6 — 2 = 4 positiv. Seine positive Geschwindigkeit wird also nach dem Stoße noch seyn = 4, also seine positive bewegende Kraft = 4. 4 = 16. Bey dem angestoßenen ist aber die nicht in Erwägung gezogene Geschwindigkeit auch = 6 gewesen, also betrug seine Kraft, welche er außer dem Anstoß schon hatte, in diesem Falle

— — = 8. 6 = 48.

Hierzu ist nun durch den Stoß eine Geschwindigkeit gekommen — = 4, und also die darzu gekommene Kraft = 8. 4 = 32. Daher ist seine absolute Geschwindigkeit zusammen — — = 6 + 4 = 10, und seine positive bewegende Kraft

— — = 48 + 32 = 80.

Addiren wir nun die Kraft des anstoßenden Körpers nach dem Stoße, welche auch noch positiv ist, zu der Kraft des angestoßenen nach dem Stoße — — = 80 + 16 = 96; so haben wir die Größe der Kraft wieder, wie sie vor dem Stoße war. Ziehen wir aber beyde absolute Geschwindigkeiten, weil sie nach einer Gegend gehen, von einander ab, also hier

— — 10 — 4 = 6;

so erhalten wir die relativische Geschwindigkeit auch wiederum, wie vor dem Stoße.

§. 234.

§. 234.

Wir haben in den vorhergehenden Paragraphen gesehen, daß wir den negativen Theil der Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße, von der noch übrigen Geschwindigkeit, welche wir bey der anstoßenden Kraft nicht mit in Erwägung zu ziehen hatten, abziehen mußten. Ist nun jener kleiner, als dieser; so wird die Bewegung des anstoßenden Körpers auch noch positiv bleiben: ist er aber diesem gleich; so wird der anstoßende Körper nach dem Stoße ruhen müssen. Ist er gar größer; so wird alsdenn der anstoßende Körper nach dem Stoße auch rückwärts gehen müssen, und also seine Kraft negativ werden. Da nun in solchen Fällen, wo beyde Körper nach einerley Richtung in Bewegung sind, diese Größen nicht allein aus dem Verhältnisse der Massen und der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit, sondern noch über dieß aus dem Theile, der vor dem Stoße noch übrigen bewegenden Kraft, die allezeit der kleinsten Geschwindigkeit von beyder Körper Bewegung gleich ist, bestimmet werden; so sehen wir, daß nicht allein die Verschiedenheiten der Massen andere Fälle hervorbringen; sondern daß auch bey einerley Massen die Verschiedenheit der absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße die Fälle verschieden erscheinend machen. Wir wollen daher noch einige Beyspiele vornehmen, wo wir einerley Verhältniß der Massen beybehalten, aber die

absoluten Geschwindigkeiten vor dem Anstoße auf verschiedene Art annehmen.

§. 235.

Wenn also die Massen vor dem Stoße wären, wie — — 4: 8,
die absoluten Geschwindigkeiten, wie
— — 8 →: → 2;
so sind die bewegenden Kräfte
— — = 32: 16,
und die Summe derselben = 48;
Die relativische Geschwindigkeit ist aber hier
nur — — = 6,
und die Kraft, womit der Stoß geschiehet,
— — = 24.
Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit würde also seyn — — = 24: 12 = 2,
die vierte Proportionalzahl = 4: 8 = 2: 4.
Diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen — = 2 — 4 = 2
negativ: daher sollte der anstoßende Körper nach dem Stoße eigentlich mit einer Geschwindigkeit — — = 2← rückwärts gehen, und die Kraft, womit er rückwärts gehen sollte, ist — = 4. 2 = ← 8: vermöge des noch übrigen Theils seiner absoluten Geschwindigkeit, der hier auch
— — = 2→ ist, sollte er aber noch vorwärts gehen. Daher wird auch dieser Theil der Kraft als positiv noch seyn
— — = 4. 2 = 8.

Folglich

Folglich müßte der Körper unter den Umständen eben so viel hin, als her gehen, d. i. die entgegengesetzten Geschwindigkeiten heben einander auf — — = 2 — 2 = 0,
der Körper wird also hier ruhen. Der angestoßene Körper hingegen muß durch den Anstoß von neuem mit der doppelten gemeinschaftlichen Geschwindigkeit bewegt werden, also
— — = 2 + 2 = 4:
diesemnach wird seine neue bewegende Kraft
seyn — — = 8. 4 = 32.
Der Theil der Geschwindigkeit, welche der angestoßene an sich vor dem Stoße schon hatte, und den wir hierbey nicht mit in Erwägung gezogen haben, war hier auch = 2,
also die bewegende Kraft = 8. 2 = 16.
Diese Geschwindigkeit so wohl, als diese Kraft müssen nun zu der neuen durch den Stoß erhaltenen Geschwindigkeit hinzu gethan werden: dann wird die Geschwindigkeit seyn
— — = 4 + 2 = 6
die Kraft aber — = 32 + 16 = 48.
Daher ist nach dem Stoße im Ganzen die Kraft
— — = 0 + 48 = 48.
die relativische Geschwindigkeit aber
— — = 0: 6 = 6
alles wie vor dem Anstoße.

§. 236.

Wir haben in den Fällen, wenn beyde Körper nach einerley Gegend in Bewegung sind,

bemerkt, daß derjenige Theil der Geschwindigkeit, welcher bey einem jeden Körper noch übrig bleibt, wenn wir die relativische Geschwindigkeit gefunden haben, und welcher allezeit der kleinsten absoluten Geschwindigkeit von den vor dem Stoße gegebenen Geschwindigkeiten gleich ist, auch nach dem Stoße wiederum müsse in Erwägung gezogen werden. Es wird aber gleich viel seyn, ob ich diesen Theil der Geschwindigkeit bey den wirkenden Kräften lasse, und also mit in Erwägung ziehe; oder ob ich ihn als etwas, das zum Wirken nicht mit gehöret, erst hinweg lasse, und nach dem Wirken wiederum hinzu thue. Die Ursach aber, warum ich ihn bisher hinweggelassen, und hernach wiederum darzu gethan habe, war bloß diese, daß ich die Sache, um sie desto mehr begreiflich zu machen, recht zergliedern wollte. Wenn wir aber diesen sogleich mit in Erwägung ziehen; so wird die Rechnung etwas kürzer, und sie bleibt doch die nämliche. Wir wollen ihn daher, in den noch übrigen vorzutragenden Fällen, gleich dabey lassen.

§. 237.

Wenn also vor dem Stoße die Massen sind,
wie — — 4: 8,
die absoluten Geschwindigkeiten wie
— — 14→: →2;
so sind die bewegenden Kräfte
— — = 56: 16

und

und die Summe derselben = 72.
Die relativische Geschwindigkeit aber ist
— — = 12,
und die Kraft, womit der Stoß geschiehet;
— — = 48.
Der noch übrige Theil der Geschwindigkeit ist
hier — — = 2: 2.
Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit wird seyn
— — = 48: 12 = 4.
Die vierte Proportionalzahl = 4: 8 = 4: 8.
Es hat aber in diesem Falle der anstoßende Körper nicht nur die gemeinschaftliche Geschwindigkeit — = 4, sondern auch überdem seine noch übrige Geschwindigkeit = 2, also = 4 + 2 = 6.
Um nun des anstoßenden Körpers absolute Geschwindigkeit nach dem Stoße zu erhalten, muß ich die vierte Proportionalzahl
= 8 von 4 + 2 = 6
abziehen, also — 6 — 8 = 2←
negativ, daher wird sich nach dem Stoße der anstoßende Körper mit einer Geschwindigkeit
— — = 2 rückwärts
bewegen. Seine negative Kraft beträgt also
— — 4. 2 = 8←.
Der angestoßene Körper hingegen bekömmt nach dem Stoße nicht nur die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit, sondern, da er noch außerdem eine Geschwindigkeit = 2
hat; so ist nun seine absolute Geschwindigkeit
— = 4 + 4 + 2 = 10.

Seine bewegende Kraft wird also seyn

— — = 8. 10 = 80.

Weil nun die Bewegungen in entgegengesetzter Richtung sich von einander entfernen; so müssen die bewegenden Kräfte als negativ subtrahiret (§. 218.), die Geschwindigkeiten aber addiret (§. 187. No. 4.) werden. In Ansehung der Kräfte also ist die Größe

— — = 80 — 8 = 72.

In Ansehung der relativischen Geschwindigkeit aber — — = 2 + 10 = 12.

Alles wie zuvor.

§. 238.

Wenn vor dem Stoße die Massen sind, wie

— — 4: 12,

die Geschwindigkeiten aber, wie

— — 8→: →4;

so sind die bewegenden Kräfte

— — = 32: 48,

und die Summe derselben = 80.

Die relativische Geschwindigkeit ist hier

— — = 4,

der noch übrige Theil der Geschwindigkeiten auch — — = 4: 4;

die anstoßende Kraft an sich = 4. 4 = 16;

die gemeinschaftliche Geschwindigkeit also

— — = 16: 16 = 1,

die vierte Proportionalzahl = 4: 12 = 1: 3,

also die absolute Geschwindigkeit des anstoßenden mit der gemeinschaftlichen nach dem Stoße zusam-

zusammen — — = 4 + 1 = 5.
Hiervon die vierte Proportionalzahl abgezogen — — = 5 — 3 = 2→,
diese 2 ist also die absolute Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße, und daher seine positive bewegende Kraft nach dem Stoße — — = 4. 2 = 8→.
Des angestoßenen Körpers Geschwindigkeit nach dem Stoße entstehet aus der doppelten gemeinschaftlichen Geschwindigkeit, und der, welche er an sich hat, zusammen; also hier
— — = 1 + 1 + 4 = 6:
daher ist seine bewegende Kraft nach dem Stoße
— — = 12. 6 = 72.
Diese zu der bewegenden Kraft des anstoßenden nach dem Stoße, weil beyde positiv sind, addiret, giebt — — = 8 + 72 = 80,
wie vor dem Stoße. Die Geschwindigkeiten, weil sie nach einerley Richtung gehen, subtrahiret, — — = 6 — 2 = 4,
giebt die Größe, wie die relativische Geschwindigkeit vor dem Stoße war.

§. 239.

Mehrere Beyspiele von der Art anzuführen, glaube ich nicht nöthig zu haben, indem diese gegenwärtigen schon hinreichend sind, bey allen Fällen, die nur vorkommen können, die Größen der Kräfte und der Geschwindigkeiten zu berechnen, und im voraus zu bestimmen. Die allgemeinen Regeln, welche wir aus diesen

Bey-

Beyspielen ziehen können, sind folgende. In den Fällen, wo ein ruhender Körper von einem andern senkrecht angestoßen wird, muß, wenn die Massen beyder Körper gleich sind, der anstoßende nach dem Stoße allezeit ruhen; der angestoßene hingegen mit der nämlichen Geschwindigkeit, und in der nämlichen Richtung bewegt werden, welche der anstoßende vor dem Stoße hatte. Sind aber die Massen ungleich, und wird der kleine ruhende von dem großen angestoßen; so müssen beyde Körper nach dem Stoße zwar nach eben der Richtung bewegt werden, nach welcher der anstoßende vor dem Stoße gieng, aber doch also, daß der anstoßende oder der große nach dem Stoße eine kleinere Geschwindigkeit hat, als er vor dem Stoße hatte: der angestoßene kleinere aber, nach dem Stoße, eine größere Geschwindigkeit bekömmt, als diejenige Geschwindigkeit war, mit welcher der große Körper vor dem Stoße herbey kam. Ist die große Masse in Ruhe, indem sie von der kleinern senkrecht angestoßen wird; so muß nach dem Stoße die große Masse zwar in der Richtung bewegt werden, in welcher die kleine vor dem Stoße ankam, aber mit kleinerer Geschwindigkeit, als der anstoßende Körper vor dem Stoße hatte. Die kleine Masse wird aber nach dem Anstoße den nämlichen Weg wieder rückwärts gehen, auf welchen sie vor dem Stoße vorwärts gieng, doch allemal mit kleinerer Geschwindigkeit,

als ihre Geschwindigkeit vor dem Stoße war.

§. 240.

Sind vor dem Stoße beyde gleiche Massen in Bewegung nach einerley Richtung, doch also, daß die vorausgehende eine kleinere Geschwindigkeit hat, als die nachfolgende: so werden nach dem Stoße beyde Massen noch die nämliche Richtung haben, welche sie vor dem Stoße hatten; aber sie werden sich mit verwechselten Geschwindigkeiten bewegen, d. i. die vordere wird nach dem Stoße die Geschwindigkeit der hintern haben, und die hintere die Geschwindigkeit der vorderen. Hat es aber mit den Umständen die Bewandniß, daß vor dem Stoße beyde Körper zwar nach einerley Richtung sich bewegen und der vorausgehende langsamer, als der nachfolgende gehet; der vorausgehende aber von kleinerer Masse ist, als der nachfolgende: so werden, nach dem Stoße, zwar beyde noch nach der nämlichen Richtung fortgehen, welche sie vor dem Stoße hatten; aber der vordere wird nicht nur eine größere Geschwindigkeit haben, als er selbst schon vor dem Stoße hatte, sondern seine Geschwindigkeit wird auch größer seyn, als die Geschwindigkeit des nachfolgenden vor dem Stoße war. Der nachfolgende größere Körper wird nach dem Stoße zwar allezeit eine kleinere Geschwindigkeit haben, als seine Geschwindigkeit vor dem Stoße war; aber diese Geschwindigkeit

wird

wird doch immer größer seyn, als die Geschwindigkeit des vorausgehenden kleineren Körpers vor dem Stoße war. Bleibt alles wie zuvor, nur daß die vorausgehende Masse jetzt größer ist, als die nachfolgende; so wird, nach dem Anstoße, die vorausgehende Masse zwar allezeit eine größere Geschwindigkeit bekommen, als ihre eigene Geschwindigkeit vor dem Stoße war; diese Geschwindigkeit des vorausgehenden Körpers wird aber doch allezeit kleiner bleiben, als die Geschwindigkeit des nachfolgenden Körpers vor dem Stoße war. Der nachfolgende kleinere Körper wird nach dem Stoße zwar allezeit eine kleinere Geschwindigkeit haben, als er vor dem Stoße hatte; aber sie kann nach Beschaffenheit der Umstände gar sehr verschieden seyn, also, daß er sich nach dem Stoße entweder noch nach eben der Richtung weiter fort bewegt, nach welcher er vor dem Stoße bewegt wurde; (In diesem Falle wird die Geschwindigkeit des nachfolgenden Körpers nach dem Stoße auch allezeit kleiner seyn, als die Geschwindigkeit des vorausgehenden vor dem Stoße war); oder daß der nachfolgende Körper nach dem Stoße gar ruhet, und also in diesem Falle gar keine Geschwindigkeit hat; oder daß der nachfolgende Körper nach dem Stoße gar in umgekehrter Richtung bewegt wird. (In diesem Falle wird die Geschwindigkeit, womit er in umgekehrter Richtung bewegt wird, zwar allezeit kleiner seyn, als diejenige

womit

womit er vor dem Stoße mit dem andern nach einerley Gegend bewegt wurde, aber sie kann bisweilen größer, bisweilen kleiner seyn, als die Geschwindigkeit war, womit der vorausgehende Körper vor dem Stoße bewegt wurde.

§. 241.

Aus diesen bisher vorgetragenen Sätzen vom Zusammenstoßen der Körper in flüßigen Wesen, sehen wir schon bey vielen Fällen ein, warum der Erfolg so, und nicht anders kommen muß, welches die Erfahrung bey dergleichen Fällen auf unserer Erde bestätiget: und wir haben nicht nöthig zu Sätzen, welche schwer zu begreifen sind, oder auch zu solchen Hypothesen, die durch keine Erfahrung unter den Umständen bestätiget werden können, unsere Zuflucht zu nehmen. Zu den Sätzen von der ersten Art rechne ich denjenigen, da man behauptet, der Körper, an sich betrachtet, drucke nach allen Gegenden gleich stark. Denn erstlich lässet sich nicht begreifen, woher dieser Druck nach allen Gegenden kommen solle: und wenn ich auch zugeben wollte, daß die Sache sich so verhalte; so folgt doch weiter nichts daraus, als dieses, der Körper müsse undurchdringlich seyn, und er könne vermöge dieser gleich starken Drucke nach allen Gegenden keinem Anstoße eines andern gegen ihn, im geringsten widerstehen. Denn wenn ein Körper nach entgegengesetzter Richtung gleich stark drucken soll, ohne eine Bestimmung

stimmung von außen darzu zu bekommen; so kann ein jeder von den entgegengesetzten Drucken nur der Bewegung Einhalt thun, welche aus dem ihm gleichen entgegengesetzten Drucke entstehen müßte, und er wäre also nicht im Stande, einem von außen darzu kommenden Drucke etwas entgegen zusetzen, weil er nichts mehr übrig hätte. Zweytens, wie ist es möglich, daß ein auf solche Art sich eingebildeter Druck alle Größen in Ansehung der Geschwindigkeit haben könnte, denn die Erfahrung beweiset, ich mag einen ruhenden Körper mit einer ihm gleichen Masse, mit noch so verschiedenen Geschwindigkeiten anstoßen; so widerstehet er dem Anstoße ganz. Alles dieses, welches sonst unbegreiflich ist, ist aus dem §. 181. leicht einzusehn, wenn ich annehme, der Körper sey von einem flüßigen Wesen allenthalben eingeschlossen, welches auch alle Zwischenräumchen, die von den Theilchen des Körpers übrig gelassen worden, anfüllet, und also während der Bewegung an alle Bestandtheile des Körpers anstößet.

§. 242.

Der andere Satz, von dem ich im vorigen Paragraphen behauptete, er könne nicht durch die Erfahrung bestätiget werden, betrift die Elasticität der helfenbeinernen, oder stählernen Kugeln, welche man zu Hülfe nimmt, um das Abspringen nach dem Anstoße eines Körpers von dem andern zu erklären. Der Versuch, wodurch man diese Elasticität darthun will, ist folgen-

folgender. Man läſſet auf eine mit Oel bestrichene Marmortafel helfenbeinerne Kugeln von verſchiedenen Höhen fallen. An der Kugel iſt allemal nach dem Auffallen ein Oelfleck zu ſehen, welcher immer größer wird, je höher die Kugel gefallen iſt. Daher ſchließet man, die Kugel müſſe die Tafel in vielen Puncten berühren, ja in dem Falle, wo der Oelfleck größer iſt, müſſe die Kugel die Platte in mehreren Puncten berühret haben, als im erſten Falle. Nun kann das Berühren einer Kugel und einer Platte in vielen Puncten nicht geſchehen, wenn die Kugel oder die Platte nicht eingedrückt, und alſo die Figur ihrer Oberflächen geändert worden wäre. Weil man nun nach dem Falle weder an der Marmorplatte, noch an der Kugel eine Veränderung der Flächen weiter wahrnimmt; ſo ſchließet man, die vorige Geſtalt der Flächen ſey durch die Elaſticität wieder erſetzt worden. Ein Schluß, der viele Wahrſcheinlichkeit vor ſich hat. Allein wie gehet das zu? Wenn man gleich neben den Ort, wo man die Kugel auf die mit Oele beſtrichene Marmorplatte auffallen läſſet, eine andere Kugel, vor dem Auffallen ſchon liegen hat; ſo bekömmt dieſe auch einen Fettflecken, welcher eben ſo groß iſt, wie der an der Kugel, die man hat fallen laſſen. Hier iſt nun gewiß weder die Kugel, noch die Platte, eingedruckt geweſen; Folglich muß der Fettfleck an der aufgefallenen Kugel wohl auch entſtehen können, ohne daß die Ku-

gel zusammengedrückt wird. Fällt aber das Zusammendrücken hinweg; so ist wohl an der ganzen Elasticität der Kugel und der Platte in diesem Falle nichts. Wie aber durch einen stärkeren Anstoß einer Kugel, an eine mit Oel bestrichene Platte, ein größerer Fettflecken auch ohne das Zusammendrücken entstehen könne, das werde ich erst im künftigen zu beweisen im Stande seyn.

§. 243.

Gesetzt, ich wollte auch das Zusammendrücken und die Elasticität der helfenbeinernen Kugeln gelten lassen; so muß dieses doch wohl bey zween Körpern von einerley Materie in gleichem Grade geschehen. Ist aber dieses; so ist mir wenigstens wieder unbegreiflich, wie aus einem gleichen Grade der Elasticität so verschiedene Wirkungen in Ansehung der Geschwindigkeiten und Kräfte nach dem Zusammenstoßen erfolgen können. Denn aus den vorhergehenden Beyspielen ist zu ersehen, daß nach dem Anstoße zweener Körper einer bald ruhet, bald nur langsamer, als zuvor, bewegt wird. Bald ist wieder einmal nach dem Zusammenstoßen der eine in geschwinderer Bewegung, als der war, welcher ihn anstieß; ein andermal gehet der, welcher angestoßen hatte, wiederum rückwärts. Alles dieses lässet sich aus der Elasticität schwerlich begreifen. Kurz, ich werde am gelegenen Orte beweisen, daß gar kei-

ne

ne Elasticität unter den Umständen statt finden kann. Genug hiervon.

§. 244.

Wir wollen nun solche Fälle betrachten, wenn beyde Körper in einem flüßigen Wesen vor dem senkrechten Zusammenstoßen in entgegengesetzter Richtung in Bewegung begriffen sind. Wir werden sehen, daß alle Fälle, die hier vorkommen können, auf solche zurück zu führen sind, welche wir hier schon vor uns gehabt haben, und wir müssen sie nur auf solche Art zergliedern, daß wir untersuchen, was geschehen müsse, wenn diese Masse unter den und den Bedingungen jene ruhende anstößet: so auch wiederum, was geschehen müsse, wenn jene Masse unter gewissen Bedingungen diese ruhende anstößet. Daß wir aber auf solche Art verfahren müssen, davon liegt der Grund wiederum in dem Drucke des flüßigen Wesens, welcher in dem Moment des Anstoßens bey jeder Masse auf der gegen über stehenden Seite erst entstehet (§. 155—173—181.). Die bewegende Kraft, welche ein jeder von ihnen vor dem Anstoße hat, ist in Ansehung des andern allezeit nur als ein außerordentlicher Umstand anzusehen, wie es auch in den angeführten Fällen war (§. 233. 235.). Wir können aber die Berechnung auf zweyerley Art vornehmen, indem wir einmal nur eines jeden vor dem Anstoße bewegten Körpers eigene Geschwindigkeit in Erwägung ziehen;

das anderemal aber die Summe beyder Geschwindigkeiten als die relativische Geschwindigkeit eines jeden Körpers betrachten: wobey wir aber hernach die absolute eigene Geschwindigkeit eines jeden wiederum nach dem Stoße, als eine Bewegung, die in entgegengesetzter Richtnng gehet, vor der, welche durch den Stoß bey dem angestoßenen entstanden seyn würde, abziehen (§. 233—235.). Wir wollen jetzt die zuerst von mir beschriebene Art der Berechnung vornehmen.

§. 245.

Wenn also die Massen sind, wie A. B.

— — = 4: 4.

die absoluten Geschwindigkeiten aber vor dem Stoße — — = 8→: ← 8;

so würde eines jeden Körpers eigene Kraft seyn

— — = 32→: ←32,

die Summe der Kräfte aber = 64.

Betrachte ich nun einen jeden, in wie fern er den andern als einen ruhenden anstößet; so würde z. B. A mit einer Kraft = 32 an B anstoßen. Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit sollte alsdenn nach dem §. 210. No. 2. seyn

— — = 32: 8 = 4,

die vierte Proportionalzahl

wäre aber alsdenn — = 4: 4 = 4: 4.

Ziehen wir die vierte Proportionalzahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit ab; so erhalten wir die absolute Geschwindigkeit des anstoßen-

stoßenden Körpers A nach dem Stoße

— — = 4 — 4 = 0.

Der angestoßene Körper B muß aber alsdenn mit der zwiefachen gemeinschaftlichen Geschwindigkeit, in der Richtung, welche der Körper A vor dem Stoße hatte, bewegt werden, und diese wird hier seyn — = 4 + 4 = 8→.

Eben diese Umstände, wie wir sie in Ansehung des Körpers A, der gegen B als anstoßender betrachtet wurde, gefunden haben, finden wir auch, wenn wir den Körper B als anstoßenden gegen A annehmen: denn B hat vor dem Stoße die nämlichen Größen in Ansehung der Masse, der Geschwindigkeit und der anstoßenden Kraft gegen A, welche wir vorher bey A gefunden haben; also sollte B, an sich betrachtet, nach dem Zusammenstoßen mit A, ruhen, A aber sollte mit eben der Geschwindigkeit, welche B vor dem Stoße hatte, nach der Richtung, welche B hatte, bewegt werden, das ist hier mit der Geschwindigkeit — = 8←. In dem Stoße von A liegt also der Grund, daß B wieder zurück gehen muß: und in dem Stoße von B liegt der Grund, daß A wieder zurück gehen muß. Da nun bey beyden Körpern alle Umstände gleich sind, so muß ein jeder nach dem Stoße in seinem alten Wege wieder zurück gehen, und zwar hier mit der Geschwindigkeit und Kraft, mit welcher er vor dem Stoße in Bewegung war. Also sind nach dem Stoße die Massen, wie — 4 : 4,

die Geschwindigkeiten, wie 8←: →8.
und die bewegenden Kräfte = 32: 32.
die Summe aber = 64.
alles, wie vor dem Stoße.

§. 246.

Ich will jetzt gleich die andere Berechnungsart, welcher ich im §. 244. gedachte, von eben diesem Falle vornehmen, damit man beyde desto besser mit einander vergleichen kann. Wenn also, wie vorher, die Massen sind, wie A B
— — = 4: 4
die absoluten Geschwindigkeiten aber, wie
— — = 8→: ←8;
so ist die relativische Geschwindigkeit bey jedem
— — = 16→: ←16.
die bewegende Kraft wird also bey jedem seyn
— — = 32: 32,
deren Summe — = 64.
Die anstoßende Kraft aber (§. 210. No. 1.)
— — = 64: 64,
deren Summe aber = 128.
Nach dem Stoße würde also, wenn wir erstlich A als den anstoßenden betrachten, die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn
— — = 64: 8=8,
die vierte Proportionalzahl = 4: 4=8: 8,
diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen giebt für den anstoßenden Körper A
— — 8—8=0,

dieser

dieser würde also nach dem Stoße ruhen. B hingegen, als angestoßener Körper betrachtet, sollte nach dem Stoße von A mit doppelter gemeinschaftlichen Geschwindigkeit bewegt werden, also hier = 8 + 8 = 16→.
Nun hat aber B. schon vor dem Stoße eine absolute Geschwindigkeit = 8, und diese Bewegung mit der Geschwindigkeit
— = 8, gehet derjenigen, welche aus dem Anstoße von A erfolgen sollte, in Ansehung der Richtung gerade entgegen; daher müssen wir beyde Geschwindigkeiten von einander abziehen (§. 233.). Diesemnach wird die Geschwindigkeit von B nach dem Stoße, mit welcher er sich wirklich bewegt, seyn
— = 16→ —←8 = →8.
Seine bewegende Kraft nach dem Stoße an sich also — = 4. 8 = 32.
Betrachten wir aber B als den anstoßenden in Absicht auf A; so ist seine relativische Geschwindigkeit (§. 187. No. 4.) auch
— = 16← die anstoßende
Kraft desselben also = 4. 16 = 64 ←
die gemeinschaftliche Geschwindigkeit würde also seyn — = 64: 8 = 8,
die vierte Proportionalzahl also
— = 4: 4 = 8: 8.
Ziehen wir diese gefundene Zahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit ab; so erhalten wir die Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers nach dem Stoße, also = 8 — 8 = 0:

daher würde B, als anstoßender Körper gegen A betrachtet, nach dem Stoße ruhen. A aber, als angestoßener Körper muß nach dem Stoße mit doppelter gemeinschaftlicher Geschwindigkeit bewegt werden, also hier mit der Geschwindigkeit — = 8 + 8 = ← 16.

An sich betrachtet hat aber A außer dem die absolute Geschwindigkeit = 8, womit er in entgegengesetzter Richtung sollte bewegt werden. Diese müssen wir nun von der durch den Anstoß bekommenen Geschwindigkeit abziehen

— = 16 ← — ← 8 = 8 ←.

Daher wird nach dem Anstoße die wirkliche Geschwindigkeit, womit er rückwärts gehet,

— = 8 seyn, und also

die bewegende Kraft = 4. 8 = 32.

Vermöge des Anstoßes von B bewegt sich also nach dem Stoße A mit einer Geschwindigkeit

— = 8 rückwärts. Vermöge des Anstoßes von A aber bewegt sich B nach dem Stoße mit einer Geschwindigkeit

— = 8 rückwärts; also

sind nach dem Stoße	A	B
die Massen wie	4 :	4,
die absoluten Geschwindigkeiten		
	— = 8 ← : →	8,
die bewegende Kraft eines jeden		
	— = 32 :	32,
die Summe der Kräfte	= 64.	

alles wie vor dem Anstoßen. Wollen wir aber eines jeden Körpers Geschwindigkeit nach dem

Stoße

Stoße als relativisch betrachten; so ist sie bey
jedem — = 8 + 8 = 16: 8 + 8 = 16
also auch eines jeden relativische bewegende
Kraft — — = 64: 64,
und die Summe derselben = 128,
wie es vor dem Stoße war.

§. 247.

Wir können also in diesem Falle, wo beyde Körper vor dem Stoße in entgegengesetzter Richtung in Bewegung sind, einen jeden derselben als den anstoßenden und angestoßenen zugleich betrachten, und haben nicht nöthig eine Elasticität zu Hülfe zu nehmen, um diese Erscheinungen zu erklären. Denn wenn die Körper nur hart sind (§. 190.), und ihre Wirkung in einem einzigen Moment, wo sie an einander stoßen, verrichten; so müssen die Erfolge schon also seyn, wie wir sie hier gefunden haben. Die meisten Naturkündiger haben aber aus dem Satze, den ich §. 130, 132. und 137. anführte, zween gleiche Drucke, die in entgegengesetzter Richtung wirken, vernichten einander, einen ganz falschen Schluß gemacht, und behaupten also, wenn zween Körper, die zwar hart, aber nicht elastisch wären, unter den in vorigen Paragraphen beschriebenen Umständen an einander stießen; so würden sie ruhen. Dieses kann nimmermehr geschehen: denn in einem leeren Raume kann erstlich kein ganzer Körper subsistiren, weil seine Theile nicht zusammen-

hangen würden (§. 169.). Und wollte ich auch zugeben, es könnte in einem leeren Raume ein Körper seyn; so hat dieser ohne Bewegung gar keine Kraft, die da wirken könnte (§. 97.). Hat er aber eine Bewegung; so ist einzig und allein die Geschwindigkeit, womit er sich bewegt, das Kennzeichen der Größe seiner Kraft, und die Masse trägt alsdenn nichts darzu bey (§. 125. 127.). Hier aber, wo der Anstoß in einem flüßigen Wesen geschiehet, ist der Druck des flüßigen Wesens, der im Moment des Anstoßens bey demjenigen, der angestoßen wird, geschiehet, die Ursach, daß der anstoßende Körper schon ruhen müßte, die Bewegung des angestoßenen Körpers aber vor dem Stoße ist die Ursach, daß nach dem Stoße wiederum Bewegung erfolgen muß. Also sind die Kräfte, welche hier in entgegengesetzter Richtung wirken, eigentlich einander nicht gleich, sondern ein jeder ist in Ansehung des andern eigentlich ein mehr, als gleicher Druck: daher erfolgt auch nach dem Stoße die Bewegung in entgegengesetzter Richtung und nicht Ruhe.

§. 248.

Wir haben in dem §. 246. gesehen, wenn zween Körper von gleichen Massen in entgegengesetzten Richtungen in Bewegung sind, und senkrecht an einander stoßen, daß denn die Größe der Kraft eines jeden vor dem Stoße die Ursach und Bestimmung der Größe der Kraft des

andern

andern nach dem Stoße sey. Da nun bey einerley Massen die Verschiedenheit der Größe der Kraft von der Verschiedenheit der Geschwindigkeit abhanget, womit die Bewegung geschiehet; so folgt, daß bey dem Zusammenstoßen zweener Körper, die gleiche Massen haben, wenn dabey die absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße verschieden sind, nach dem Stoße ein jeder Körper mit der Geschwindigkeit des andern bewegt werden müsse, und daß also nach dem Stoße die Bewegung mit verwechselten Kräften erfolgen müsse. Auch hiervon wollen wir ein Beyspiel zu berechnen vornehmen. Wenn also die Massen sind, wie

A. B.

— — = 4: 4,

die absoluten Geschwindigkeiten aber, wie

— — = 8→: ←4;

so sind die bewegenden Kräfte

— — = 32: 16,

die Summe derselben = 48.

die relativischen Geschwindigkeiten aber

— — = 12: 12.

Betrachten wir nun den Körper A als anstoßenden gegen B; so wäre seine anstoßende Kraft

— — = 4. 12 = 48.

Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit würde also seyn — — = 48: 8 = 6,

die vierte Proportionalzahl aber

— — = 4: 4 = 6: 6.

Diese

Diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen giebt = 6 — 6 = 0.

Daher würde der anstoßende Körper A, an sich betrachtet, nach den hier angegebenen Umständen ruhen. Der Körper B hingegen muß mit doppelter gemeinschaftlichen Geschwindigkeit bewegt werden, also hier mit der Geschwindigkeit

— — = 6 + 6 = 12→.

Es hat aber B an sich schon eine absolute Geschwindigkeit — = ← 4 in entgegengesetzter Richtung: diese muß von der durch den Stoß aufs neue erhaltenen Geschwindigkeit abgezogen werden, also 12→ — ←4 = → 8.

Sehen wir B für den anstoßenden Körper gegen A an; so ist seine relativische Geschwindigkeit

— = ← 12

also die anstoßende Kraft = 48

die gemeinschaftliche Geschwindigkeit

— = 48 : 8 = 6

die vierte Proportionalzahl

— = 4 : 4 = 6 : 6,

diese Zahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen = 6 — 6 = 0.

Also müßte der Körper B vermöge seines Anstoßes an A ruhen, A hingegen mit doppelter gemeinschaftlichen Geschwindigkeit in der Richtung des anstoßenden Körpers bewegt werden, also — = 6 + 6 = 12.

Nun hatte aber A an sich betrachtet eine absolute Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung — = 8, welche von der

neuen

neuen durch den Stoß erhaltenen Geschwindigkeit abgezogen werden muß: daher wird die Geschwindigkeit, womit er sich wirklich bewegt, seyn — = →12 — ←8 = →4.

Ich habe hier bey dem Körper B die relativische Geschwindigkeit berechnet; bey dem Körper A aber hatte ich nur die absolute Geschwindigkeit in Erwägung gezogen: das ist eigentlich ein Versehen; doch macht es hier keinen Verstoß, indem ich in den §. 244. 245. 246. gezeigt habe, daß doch einerley heraus kömmt, ich mag die absoluten oder relativischen Geschwindigkeiten annehmen.

Wir sehen also, daß der Körper A nach dem Stoße mit der Geschwindigkeit, welche B vor dem Stoße hatte, rückwärts bewegt wird, und daß der Körper B mit der Geschwindigkeit, welche A vor dem Stoße hatte, nach dem Stoße rückwärts bewegt wird. Da nun beyde Körper einerley Massen haben; so bewegen sie sich nach dem Stoße mit verwechselten absoluten Geschwindigkeiten, und mit verwechselten Kräften: denn die Geschwindigkeit von A ist nach dem Stoße = ←4
seine bewegende Kraft also
— = 4. 4 = 16.
Die Geschwindigkeit von B ist aber nach dem Stoße — = →8,
und also seine bewegende Kraft
— = 4. 8 = 32.

Die

Die relativische Geschwindigkeit ist daher
wieder — — = 4 + 8 = 12
und die Summe der bewegenden Kräfte auch
— — = 16 + 32 = 48
wie es vorher war.

§. 249.

Wir können aus diesen zwey Beyspielen schon die allgemeine Regel fest setzen, daß zween Körper, die gleiche Massen haben, wenn sie in entgegengesetzten Richtungen an einander stoßen, nach dem Stoße mit verwechselten Geschwindigkeiten und verwechselten Kräften von einander sich entfernen müssen, die Geschwindigkeiten mögen auch noch so verschieden angenommen werden. Wie aber die Umstände bey zween Körpern, die ungleiche Massen haben, und in entgegengesetzten Richtungen an einander stoßen, seyn werden, das wollen wir gleich untersuchen, und nach den §. 210. von mir gegebenen Regeln berechnen. Wir haben hier nur noch wenige Fälle, nämlich wenn die Massen ungleich sind, und die Geschwindigkeiten gleich: oder wenn die Massen ungleich sind und die Geschwindigkeiten auch ungleich. In diesem letzten Falle kann entweder die große Masse die größere Geschwindigkeit haben; oder die kleine Masse hat die größere Geschwindigkeit. Da ich aber §. 244 gezeiget habe, daß auf beyderley Arten der Berechnungen einerley Größen am Ende herauskommen, man mag die Summe der Geschwindigkeiten als die Größe der

relativischen Geschwindigkeit betrachten, wie §. 246. geschehen ist, oder man mag nur die absolute Geschwindigkeit eines jeden Körpers, welchen man als den anstoßenden gegen den andern relativisch ruhenden betrachtet, bey der Berechnung erwägen §. 245: so werde ich, weil die zuletzt beschriebene Berechnungsart der Kürze wegen bequemer ist, diese nur noch anwenden, um die noch übrigen Fälle darnach zu bestimmen. Wer belieben trägt, die andere Berechnungsart auch in diesen Fällen zu versuchen, der kann nur den §. 246. zum Muster dabey nehmen.

§. 250.

Wenn vor dem Stoße die Massen sind, wie

A B

— — = 12: 6,

die absoluten Geschwindigkeiten aber, wie

— — = 6→: ←6;

so sind die bewegenden Kräfte

— — = 72: 36, und

die Summe derselben = 108.

(Die relativische Geschwindigkeit würde hier

seyn — — = 12.

die anstoßenden Kräfte wären aber in Ansehung

des Körpers A — = 12. 12 = 144,

und in Ansehung des Körpers B

— — = 6. 12 = 72

also die Summe der anstoßenden Kräfte

— — = 216.)

Betrach-

Betrachte ich nun A als den anstoßenden Körper; so würde nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn

— — = 72: 18 = 4,

die vierte Proportionalzahl aber

— — = 12: 6 = 4:2:

diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen — — = 4 — 2 = →2.

Also würde A vermöge seines Anstoßes an B allein mit der Geschwindigkeit = →2 noch nach seiner vorigen Richtung fort laufen. B aber erhält durch den Stoß von A die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit, also hier

— — = 4 + 4 = →8.

daher wären die bewegenden Kräfte in diesem Falle — — = 24 + 48 = 72,

wie die anstoßende Kraft von A gegen B war.

Betrachte ich aber B als anstoßenden Körper gegen A; so würde nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn

— — = 36: 18 = ←2,

die vierte Proportionalzahl aber

— — = 6: 12 = 2: 4:

diese Zahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen ist — = 2 — 4 = →2

negativ. Also würde B, vermöge seines eigenen Anstoßes an A, nach dem Stoße mit der Geschwindigkeit — = →2 bewegt werden. A bekömmt aber durch den Anstoß von B die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit

— — = 2 + 2 = ←4.

Auch

Auch in diesem Falle wären nach dem Stoße die bewegenden Kräfte = 48—12 = 36, weil die eine negativ ist, und also eben, wie die anstoßende Kraft von B war. Die Summe derselben ist aber = 72 + 36 = 180. Betrachten wir nun die Umstände zusammen an jedem Körper für sich; so gehet A nach dem Stoße vermöge seines eigenen Stoßes mit der Geschwindigkeit = → 2 hinwärts; vermöge des Stoßes von B sollte aber A mit der Geschwindigkeit = ← 4 herwärts gehen. Da nun diese Geschwindigkeiten zugleich in entgegengesetzten Richtungen gehen; so müssen sie von einander abgezogen werden. Also ist die wirkliche Geschwindigkeit von A

= 2→ — ←4 = ←2

herwärts. B hat aber durch den Stoß von A nicht allein eine Geschwindigkeit

— = →8 erhalten; sondern die Geschwindigkeit, die es durch seinen eigenen Anstoß an A erhalten hat, beträgt auch — = →2. Da nun beyde Geschwindigkeiten nach einerley Richtung gehen; so müssen sie addiret werden; also

— = →8 + →2 = →10.

Nach dem Stoße sind also die Umstände folgende; nämlich die Massen sind wie A B

— 12 : 6,

die absoluten Geschwindigkeiten aber

— = 2← : →10,

die relativische Geschwindigkeit

— — = 2 + 10 = 12,

die Kräfte, womit sie sich von einander entfernen, bey A — — = 12. 12 = 144
bey B aber — — = 6. 12 = 72,
also auch die Summe der Kräfte, womit sie sich entfernen — — = 144 + 72 = 216.

§. 251.

Wären die Massen, wie A B

— — = 12: 4,

die absoluten Geschwindigkeiten aber

— — = 8→: ←8;

so sind die bewegenden Kräfte an sich

— — = 96: 32,

die Summe derselben = 128.
Die relativische Geschwindigkeit wäre aber

— — = 16→: ←16

also die anstoßenden Kräfte = 192: 64
die Summe dieser — = 256.
Betrachten wir nun A, als den anstoßenden Körper, gegen B; so würde die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße seyn,

— — = 96: 16 = 6:

die vierte Proportionalzahl = 12: 4 = 6: 2,
diese, von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt für den anstoßenden Körper

— — = 6 — 2 = 4→.

B als angestoßener Körper bekömmt die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit

— — = 6 + 6 = →12.

also sind die bewegenden Kräfte nach dem Stoße
bey dem Köper A — = 12. 4 = 48,
bey dem Körper B aber = 4. 12 = 48,
deren Summe ist also = 48 + 48 = 96,
wie die Kraft des Körpers A vor dem Stoße war. Betrachten wir aber B als den anstoßenden Körper gegen A; so ist nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit

— — = 32: 16 = 2,

die vierte Proportionalzahl = 4: 12 = 2: 6,
diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt für B = 2← — 6→ = 4→
negativ. A aber bekömmt die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit, welche hier ist

— — = 2 + 2 = ←4.

Die Größen der Kräfte nach dem Stoße sind also
— — = 12. 4 = 48.
Weil aber die Kraft, die B hat, negativ ist; so muß sie hiervon abgezogen werden: sie ist aber
— — = 4. 4 = 16.
Die Größe der bewegenden Kraft ist also
— — = 48 — 16 = 32,
wie sie vor dem Stoße bey B war. Erwägen wir nun die Umstände insgesammt; so muß B vermöge des Stoßes von A mit der Geschwindigkeit = → 12 bewegt werden, vermöge seines eigenen Anstoßes an A bekömmt er auch die Geschwindigkeit = → 4.
Da nun beyde Bewegungen nach einerley Richtung gehen; so müssen die Geschwindigkeiten addiret werden: daher ist die Geschwindigkeit, womit

sich B nach dem Stoße bewegt,

— — = 12 + 4 = → 16.

A hingegen sollte vermöge seines Stoßes an B noch mit der Geschwindigkeit

— — = → 4 bewegt werden. Vermöge des Stoßes von B aber, sollte A auch mit der Geschwindigkeit

— — = ← 4 in entgegengesetzter Richtung bewegt werden: daher müssen wir die Geschwindigkeiten von einander abziehen, also — = 4 — 4 = 0.

A wird also, da seine Geschwindigkeit = 0 ist, nach dem Stoße ruhen. Die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße ist also

— — = 0 + 16 = 16.

Wollen wir nun die Größe der relativischen bewegenden Kräfte nach dem Stoße erwegen; so ist sie in Ansehung B = 4. 16 = 64.

A hat aber an sich betrachtet, da es ruhet, eigentlich gar keine Kraft: indem sich aber B mit einer Geschwindigkeit = 16 von ihm entfernet, kann es angesehen werden, als entfernte sich A eben auch mit einer relativischen Geschwindigkeit — = 16 von B, und da wäre alsdenn seine Kraft

— — = 12. 16 = 192.

Die Summe der Kräfte nach dem Stoße wäre also — — = 64 + 192 = 256, wie sie vor dem Stoße war. Daß ich dem A, welches eigentlich nach dem Stoße ruhet, eine relativische Kraft beylege, das geschiehet aus dem

Grun-

Grunde, weil zu jeder Relation in allen Fällen wenigstens zwey Dinge erfordert werden. Ich kann es auch mit eben so gutem Fuge thun, daß ich ihm eine relativische Geschwindigkeit beylege, als ich vor dem Stoße einem jeden von ihnen eine relativische Geschwindigkeit = 16 beylegte: denn keiner von diesen Körpern hat, an sich betrachtet, in der That eine so große Geschwindigkeit, ob gleich jeder eine Geschwindigkeit an sich hat; sondern sie wird nur so groß in Absicht auf die Geschwindigkeit des andern.

§. 252.

	A	B
Wären die Massen, wie	—	= 14 : 2
die absoluten Geschwindigkeiten	8 →	: ← 8;
so ist eines jeden Körpers bewegende Kraft	—	= 112 : 16,
und die Summe derselben	—	= 128.
Die relativische Geschwindigkeit wäre aber	—	= 16 → : ← 16,
alsdenn die anstoßenden Kräfte	—	224 : 32
und ihre Summe	—	= 256.

Betrachte ich nun A als den anstoßenden Körper gegen B; so würde nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn = 112 : 16 = 7 die vierte Proportionalzahl = 14 : 2 = 7 : 1, diese Proportionalzahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt für den Körper A die Geschwindigkeit, womit er sich nach dem Stoße bewegen würde = 7 — 1 = 6 →.

Der angestoßene Körper B aber bekömmt nach dem Stoße die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit — — = 7 + 7 = 14 →.
Nun werden die bewegenden Kräfte seyn,
z. E. bey A — — = 14. 6 = 84,
bey B aber — — = 2. 14 = 28,
die Summe der Kräfte ist also, wie die anstoßende Kraft des Körpers A vor dem Stoße war — — = 84 + 28 = 112.
Auch die relativische Geschwindigkeit ist wie sie vorher war, nämlich — = 14 — 6 = 8.
Nehme ich aber B als den anstoßenden Körper gegen A an; so würde nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit
seyn — — = 16: 16 = 1,
die vierte Proportionalzahl = 2: 14 = 1: 7,
diese vierte Proportionalzahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt für den anstoßenden Körper B = 1 — 7 = 6 →
negativ, der Körper A bekömmt nach dem Anstoße von B die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit, also hier = 1 + 1 = ← 2.
Die bewegenden Kräfte werden nunmehro seyn für A — = 14. 2 = 28,
für B aber — — = 2. 6 = 12.
Weil nun aber die Kraft von B negativ ist; so muß sie von jener abgezogen werden: daher ist die eigentliche bewegende Kraft = 28 — 12 = 16,
wie die anstoßende Kraft des Körpers B vor dem Stoße war. Erwägen wir nun die Umstände alle zusammen; so bekömmt B durch den Stoß

von A die Geschwindigkeit = → 14: vermöge seines eigenen Anstoßes an A aber bekömmt es eine Geschwindigkeit = → 6 nach der nämlichen Richtung, nach welcher die vorige gehet, also müssen beyde Geschwindigkeiten addiret werden und sind = → 14 + → 6 = → 20. A hingegen behielt, vermöge seines eigenen Anstoßes an B noch einen Theil seiner Geschwindigkeit = → 6; vermöge des Stoßes von B aber sollte er mit der Geschwindigkeit = ← 2 in umgekehrter Richtung bewegt werden: daher müssen wir diese Geschwindigkeiten subtrahiren, also = → 6 — ← 2 = → 4. Also bewegt sich B nach dem Stoße mit der Geschwindigkeit = → 20, und A nach eben der Richtung mit der Geschwindigkeit = → 4. Weil nun beyde Geschwindigkeiten nach einerley Richtung gehen; so müssen wir sie, um die relativische Geschwindigkeit zu erhalten, von einander abziehen: also ist = 20 → — ← 4 = 16 die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße, wie sie vor dem Stoße war. Multipliciren wir nun jede Masse mit der relativischen Geschwindigkeit; so bekommen wir für B = 2. 16 = 32, für A aber — — = 14. 16 = 224, und die Summe derselben wird auch wiederum wie vor dem Stoße seyn = 224 + 32 = 256.

§. 253.

Diese in den §. 250, 251 und 252 vorgetragenen Fälle habe ich deßentwegen erwählet, um

zu zeigen, daß bey gleichen absoluten Geschwindigkeiten zweener Körper, welche ungleiche Massen haben, und die in entgegengesetzter Richtung vor dem Stoße bewegt werden, nach dem Stoße die Umstände in Ansehung der größeren Masse gar verschieden erscheinen können. Denn im ersten Falle §. 250 gieng die große Masse rückwärts. Im andern Falle §. 251 hatte sie gar keine Bewegung, sie ruhete. Im dritten Falle aber §. 252 gieng die große Masse nach dem Stoße gar noch nach der Richtung, welche sie vor dem Stoße hatte. Demnach ergiebt sich, überhaupt zu sagen, dieses daraus: in einem flüßigen Wesen widerstehen einander die Körper, welche an und für sich schon eine Bewegung haben, nicht blos nach dem Verhältnisse ihrer Massen allein, (wie einige Naturlehrer behauptet haben); sondern man muß bey der Untersuchung der Größen ihres Drucks allezeit das Produkt aus der Masse eines jeden Körpers mit der relativischen Geschwindigkeit, in Erwägung ziehen. Die kleine Masse hingegen gehet in diesen Fällen, wo beyde Körper vor dem Stoße nach entgegengesetzter Richtung in Bewegung sind, allemal rückwärts, auch allemal mit größerer Geschwindigkeit, als diejenige war, welche der größere Körper vor dem Stoße hatte. Um nun zu untersuchen, was für Fälle durch die Verschiedenheit der Geschwindigkeiten vor dem Stoße bey zwo ungleichen Massen erfolgen können, wollen wir die noch übrigen, zur Erläuterung dienenden Fälle, jetzt berechnen. §. 254.

§. 254.

A B

Wenn die Massen sind, wie — 8 : 4,
die absoluten Geschwindigkeiten = 12 → : ← 6;
so sind die bewegenden Kräfte = 96 : 24, und
ihre Summe — — = 120.
Die relativischen Geschwindigkeiten
sind aber — — = 18 → : ← 18.
also die anstoßenden Kräfte — = 144 : 72,
und dieser ihre Summe — 216.
Betrachte ich nun A als den anstoßenden Körper;
so würde die gemeinschaftliche Geschwindigkeit
nach dem Stoße seyn — = 96 : 12 = 8.
Die vierte Proportionalzahl = 8 : 4 = 8 : 4.
Ziehen wir diese gefundene Proportionalzahl
von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit ab;
so bleibt die absolute Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers A nach dem Stoße übrig
— — — = 8 → — ← 4 = → 4.
Der Körper B erhält aber als angestoßener Körper die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit — — = 8 + 8 = → 16.
Nun wären also die bewegenden Kräfte
— — = 8. 4 = 32 : 4. 16 = 64,
und die Summe derselben ist, wie die Größe der Kraft des anstoßenden Körpers A vor dem Stoße war, nämlich — — = 32 + 64 = 96.
Auch die relativische Geschwindigkeit ist nach dem Stoße, wie die absolute Geschwindigkeit des Körpers A vor dem Stoße war, = 16 — 4 = 12.
Nehme ich B als den anstoßenden Körper gegen

A an; so würde nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn = 24 : 12 = 2.
Die vierte Proportionalzahl = 4 : 8 = 2 : 4.
Diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt für den Körper B
— — = 2 — 4 = → 2 negativ.
Hingegen die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, verdoppelt, giebt die Geschwindigkeit des Körpers A nach dem Stoße = 2 + 2 = ← 4.
Hier sind also die bewegenden Kräfte nach dem Stoße in Ansehung des Körpers A = 8.4 = 32.
In Ansehung B aber, welche Kraft hier negativ ist, — — = 4.2 = 8.
Diese muß also von jener abgezogen werden
— — — = 32 — 8 = 24,
und das ist die Summe, wie die Größe der Kraft des Körpers B vor dem Stoße war. Auch die relativische Geschwindigkeit ist hier = 2 + 4 = 6, folglich wie die absolute Geschwindigkeit des Körpers B vor dem Stoße war. Betrachten wir nun alles zusammen; so ist die Geschwindigkeit des Körpers B nach dem Anstoße, vermöge des Stoßes von A = → 16, vermöge seines eigenen Anstoßes gegen A = → 2: da nun beyde Geschwindigkeiten nach einerley Richtung gehen; so müssen sie addiret werden, also
— — — = 16 + 2 = → 18.
Der Körper A aber sollte vermöge seines Anstoßes an B mit der Geschwindigkeit = → 4 vorwärts bewegt werden; vermöge des Anstoßes von B aber, muß er mit der Geschwindigkeit
= ← 4

= ← 4 rückwärts bewegt werden: Daher müssen wir diese Geschwindigkeiten von einander abziehen, also = → 4 — ← 4 = 0, er wird also ruhen. Nach dem Stoße ist demnach die relativische Geschwindigkeit

— — — = 0 + 18 = 18,

wie sie vorher war. Multipliciren wir hiermit beyde Massen, so ist das Produkt bey dem Körper A = 8. 18 = 144, bey dem Körper B aber = 4. 18 = 72 die Summe hiervon ist = 216, also alles, wie es vorher war.

§. 255.

A B

Wären die Massen, wie = 8 : 4,
die absoluten Geschwindigkeiten = 9 → : ← 3;
so sind die bewegenden Kräfte = 72 : 12, und
ihre Summe — — = 84.
Die relativische Geschwindigkeit ist aber hier

— — — = 12 : 12,
also die anstoßenden Kräfte = 96 : 48,
und ihre Summe — — = 144.
Erwägen wir nun A, als den anstoßenden Körper gegen B; so würde nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn

— — — = 72 : 12 = 6,
die vierte Proportionalzahl = 8 : 4 = 6 : 3.
Diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, ist — = 6 — 3 = → 3,
die gemeinschaftliche Geschwindigkeit verdoppelt, ist — — = 6 + 6 = → 12.

Nach

Nach dem Stoße hat also A die Geschwindigkeit
— — — — = → 3;
also ist seine bewegende Kraft nunmehro
— — — = 8. 3 = 24.
B hat aber jezt die Geschwindigkeit = 12; also ist
seine bewegende Kraft = 4. 12 = 48,
die Summe von beyden = 72, wie die bewegende Kraft von A vor dem Stoße war. Wenn wir nun B als den anstoßenden Körper gegen A ansehen wollen; so ist die relativische Geschwindigkeit
— — — = 12 : 12 = 1,
die Proportionalzahl aber = 4 : 8 = 1 : 2,
diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt für den Körper B
— — = 1 — 2 = → 1 negativ.
Für den Körper A aber wird die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit = 1 + 1 = ← 2
seine Geschwindigkeit nach dem Stoße ausmachen. Auch hier ist die Größe der bewegenden Kräfte nach dem Stoße, der Größe derselben vor dem Stoße gleich. Denn = 8. 2 = 16,
davon die negative Kraft = 4. 1 = 4 abgezogen,
giebt = 16 — 4 = 12 wie es vor dem Stoße war. Alle Umstände zusammen betrachtet, weisen aus, daß B durch den Stoß von A die Geschwindigkeit = → 12 erhalten hat; vermöge seines eigenen Anstoßes an A aber noch darzu die Geschwindigkeit = → 1 bekömmt: also bewegt es sich mit der Geschwindigkeit
— — = → 12 + → 1 = → 13.
Der Körper A aber hatte vermöge seines eigenen

Anstoßes

Anstoßes an B noch die Geschwindigkeit = → 3 hinwärts, vermöge des Anstoßes von B bekömmt er die Geschwindigkeit = ← 2 herwärts: also bewegt er sich mit der Geschwindigkeit

— — = → 3 — ← 2 = → 1 hinwärts.

Da nun im ganzen betrachtet die Geschwindigkeiten beyder Körper nach dem Stoße nach einerley Richtung gehen; so müssen wir sie subtrahiren. Daher ist die relativische Geschwindigkeit = 13 — 1 = 12, wie sie vor dem Stoße war. Die bewegenden Kräfte sind also auch = 8. 12 = 96 und = 4. 12 = 48, folglich ihre Summe = 96 + 48 = 144, also alles, wie vorher.

§. 256.

A B

Wären die Massen wiederum, wie = 8 : 4 die absoluten Geschwindigkeiten aber = 6→ :← 4; so sind die bewegenden Kräfte = 48 : 16 und ihre Summe — — = 64.

Die relativische Geschwindigkeit würde unter diesen Umständen — — = 10 seyn; die anstoßenden Kräfte aber = 80 : 40, und ihre Summe — — = 120.

Betrachte ich nun A als den anstoßenden Körper; so ist nach dem Stoße die gemeinschaftliche Geschwindigkeit — — = 48 : 12 = 4, die vierte Proportionalzahl = 8 : 4 = 4 : 2. Ziehe ich diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit ab — 4 — 2 = 2 →; so finde ich die Geschwindigkeit des Körpers A nach dem Stoße — — = 2 →.

Verdoppele ich aber die gemeinschaftliche Geschwindigkeit; so erhalte ich die Geschwindigkeit des angestoßenen Körpers B nach dem Stoße: diese ist also hier — $= 4 + 4 = \rightarrow 8$.
Die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße ist — — $= 8 - 2 = 6$,
und also der absoluten Geschwindigkeit des Körpers A vor dem Stoße gleich. Auch die Summe der bewegenden Kräfte nach dem Stoße, ist gleich der Größe der Kraft des Körpers A vor dem Stoße — — $= 8.\ 2 = 16$,
und — — $= 4.\ 8 = 32$,
also — — $= 16 + 32 = 48$.
Nehme ich B für den anstoßenden Körper an; so wird alsdenn die gemeinschaftliche Geschwindigkeit seyn — — $= 16 : 12 = 1\frac{1}{3}$,
die vierte Proportionalzahl $= 4 : 8 = 1\frac{1}{3} : 2\frac{2}{3}$.
Diese gefundene Proportionalzahl von der gemeinschaftl. Geschwindigkeit abgezogen, giebt für den Körper B $= 1\frac{1}{3} - 2\frac{2}{3} = \rightarrow 1\frac{1}{3}$ negativ.
Hingegen die gemeinschaftliche Geschwindigkeit verdoppelt, giebt die Geschwindigkeit des Körpers A — — $= 1\frac{1}{3} + 1\frac{1}{3} = \leftarrow 2\frac{2}{3}$.
Die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße ist also — — $= 1\frac{1}{3} + 2\frac{2}{3} = 4$
wie die Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers B vor dem Stoße war. Die Größe der bewegenden Kräfte sind aber bey A $= 8.\ 2\frac{2}{3} = 22$ beynahe: die Kraft des Körpers B muß nun als negativ abgezogen werden, und beträgt $= 4.\ 1\frac{1}{3}$
$= 6$ beynahe. Daher ist die bewegende Kraft

$= 22 - = 16$ auch wie sie vor dem Stoße war. Erwägen wir alles zusammen; so hat B durch den Anstoß von A die Geschwindigkeit $= \rightarrow 8$ erhalten; durch seinen eigenen Anstoß erhält es die Geschwindigkeit $= \rightarrow 1\frac{1}{3}$. Weil nun beyderley Geschwindigkeiten nach einerley Gegend gehen, so müssen sie addiret werden, also $= \rightarrow 8 + \rightarrow 1\frac{1}{3} = \rightarrow 9\frac{1}{3}$. Der Cörper A aber sollte, vermöge seines eigenen Anstoßes an B, noch die Geschwindigkeit $= \rightarrow 2$ hinwärts behalten, vermöge des Stoßes von B sollte er aber mit der Geschwindigkeit $= \leftarrow 2\frac{2}{3}$ herwärts bewegt werden: daher müssen wir beyde Geschwindigkeiten, da sie zugleich nach entgegengesezter Richtung gehen sollten, von einander subtrahiren, also $= \rightarrow 2 - \leftarrow 2\frac{2}{3} = \rightarrow \frac{2}{3}$. Die relativische Geschwindigkeit, womit sich beyde Körper nach dem Stoße von einander entfernen, ist demnach $= \leftarrow \frac{2}{3} * \rightarrow 9\frac{1}{3} = 10$, wie sie vor dem Stoße war. Die Kräfte, womit sie sich von einander entfernen, sind also in Ansehung des Körpers $A = 8.10 = 80$, in Ansehung des Körpers B, $= 4.10 = 40$; die Summe von beyden $= 80 * 40 = 120$, wie vor dem Stoße.

§. 257.

Aus diesen §. 254, 255, und 256 angeführten Beyspielen können wir wiederum bemerken, daß, obgleich die ungleichen Massen immer einerley Verhältniß behalten, die Geschwindigkeiten in Ansehung der größeren Masse nach dem

Stoße

Stoße gar sehr verschieden seyn können. Denn im §. 254 ruhete die größere Masse nach dem Stoße; in dem §. 256 gieng sie wiederum rückwärts; und in dem §. 255 gieng sie noch vorwärts. Von allen diesen Veränderungen kann der Grund in nichts andern, als in dem verschiedenen Verhältnisse der absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße liegen. Dieses aber bleibt allgemein, daß in den Fällen, wo beyde Körper, die ungleiche Massen haben, vor dem Zusammenstoßen, in entgegengesetzter Richtung gegen einander anlaufen, wenn die Geschwindigkeiten vor dem Stoße entweder gleich sind, oder die größere Masse auch gar die größere absolute Geschwindigkeit vor dem Stoße hat, daß, sage ich, die kleinere Masse nach dem Stoße allezeit mit größerer Geschwindigkeit wiederum rückwärts gehet, als sie vor dem Stoße vorwärts gieng. Ja, es muß immer die Geschwindigkeit, mit welcher die kleinere Masse nach dem Stoße rückwärts gehet, größer seyn, als diejenige, mit welcher die größere Masse vor dem Stoße bewegt wurde. Jetzt wollen wir noch solche Fälle vornehmen, wenn vor dem Stoße die kleine Masse die größere Geschwindigkeit hat.

§. 258.

A B

Wenn die Massen sind, wie = 8 : 4.
die absoluten Geschwindigkeiten = 6→ : ←12;
so sind die bewegenden Kräfte = 48 : 48,

und

und ihre Summe — — = 9
Die relativische Geschwindigkeit ist aber =
und die anstoßenden Kräfte sind = 144 : 7
folglich die Summe derselben = 21
Sehen wir nun A als den anstoßenden Kör-
an; so würde die gemeinschaftliche Geschwini
keit alsdenn seyn = 48 : 12 =
die vierte Proportionalzahl = 8 : 4 = 4:
Diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigk
abgezogen, giebt die Geschwindigkeit des K
pers A nach dem Stoße = 4 → — ← 2 = →
Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit aber v
doppelt, das giebt die Geschwindigkeit des Kö
pers B nach dem Stoße = 4 + 4 = → 8.
Die bewegenden Kräfte nach dem Stoße werden
der Kraft des Körpers A vor dem Stoße gleich
seyn: denn die Kraft von A ist = 8. 2 = 16,
die Kraft von B aber ist = 4. 8 = 32,
hievon ist die Summe = 16 + 32 = 48
der Größe der Kraft von A vor dem Stoße gleich.
Wollen wir aber B für den anstoßenden Körper
gegen A annehmen; so würde die gemeinschaft-
liche Geschwindigkeit seyn = 48 : 12 = 4,
die vierte Proportionalzahl = 4 : 8 = 4: 8,
diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit
abgezogen, giebt für den Körper B 4 — 8 = → 4
negativ. Die doppelte gemeinschaftliche Ge-
schwindigkeit — = 4 + 4 = ← 8
wird die Geschwindigkeit des Körpers A seyn.
Hier wird wiederum die Größe der Kraft nach dem

Stoße der Größe der Kraft von B vor dem Stoße gleich seyn: denn = 8.8 = 64, und 4.4 = 16; da nun aber die Kraft von B negativ ist, so subtrahiren wir — = 64 — 16 = 48.
Alle Umstände zusammen in Erwägung gezogen, geben dieses Resultat: die Geschwindigkeit von B ist nach dem Stoße = 8 + 4 = 12 →
die Geschwindigkeit von A ist aber nach dem Stoße — — = 2 → — ← 8 = ← 6.
Die bewegenden Kräfte sind also für A
— — — = 8.6 = 48,
für B — — = 4.12 = 48,
die Summen hiervon = 48 + 48 = 96.
Die relativische Geschwindigkeit ist also
— — — = 12 + 6 = 18.
Die Produkte aber aus den Massen in die relativische Geschwindigkeit, sind = 8.18 = 144,
und — — = 4.18 = 72;
die Summe also = 144 + 72 = 216.
Das ist nun der Zustand, wie er vor dem Stoße war.

§. 259.

A B
Sind die Massen wie = 20 : 5,
die absoluten Geschwindigkeiten wie = 10 : 15;
so sind die bewegenden Kräfte = 200 : 75,
die Summe davon — = 275.
Die relativische Geschwindigkeit würde hier seyn
— — — = 10 + 15 = 25;
und daher die anstoßenden Kräfte für A
— — — = 20.25 = 500,

für

für B — — = 5. 25 = 125,
die Summe hiervon wäre — = 625.
Wird A als der anstoßende Körper angesehen; so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße — — = 200 : 25 = 8,
die vierte Proportionalzahl = 20 : 5 = 8 : 2,
diese von jener abgezogen, ist = 8 →—← 2 = → 6.
Das ist die Geschwindigkeit des Körpers A, nach dem Stoße. Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit hingegen verdoppelt = 8 + 8 = → 16
ist die Geschwindigkeit, welche B durch den Stoß von A bekommen sollte. Die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße ist = 16 — 6 = 10,
und die bewegenden Kräfte sind bey A
— — — = 20. 6 = 120,
bey B — — = 5. 16 = 80,
also ist ihre Summe = 120 + 80 = 200,
wie die Kraft des Körpers A vor dem Stoße war.
Wird der Körper B als der anstoßende Körper gegen A betrachtet; so wird die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße seyn
— — — = 75 : 25 = 3,
die vierte Proportionalzahl = 5 : 20 = 3 : 12
diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit subtrahiret — = 3 — 12 = → 9 negativ.
Das ist die Geschwindigkeit des Körpers B nach dem Stoße. A aber bekömmt die doppelte gemeinschaftliche Geschwindigkeit, und diese ist hier
— — — = 3 * 3 = 6←.
Diese Umstände zeigen, daß nicht nur die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße, der Ge-

schwindigkeit des Körpers B vor dem Stoße gleich ist: denn sie ist hier = 6 ← + → 9 = 15; sondern daß auch die bewegenden Kräfte nach dem Stoße, der Kraft B, vor dem Stoße gleich sind, denn jene sind — = 20. 6 = 120 weniger 5. 9 = 45 = 75 und diese war auch = 75 Betrachten wir nun alles zusammen, so bekömmt B durch den Stoß von A die Geschwindigk. = → 16. Vermöge seines eigenen Anstoßes an A erhält B auch eine Geschwindigkeit = → 9. Da nun diese Geschwindigkeiten nach einerley Richtung gehen; so müssen sie addiret werden. Daher ist die ganze Geschwindigkeit, welche der Körper B nach dem Stoße hat = 16 → + → 9 = → 25. Der Körper A hingegen bekömmt durch den Stoß von B eine Geschwindigkeit = 6 ←: vermöge seines eigenen Anstoßes an B hatte er noch die Geschwindigkeit = 6 →. Da nun diese Geschwindigkeiten nach entgegengesetzten Richtungen gehen; so müssen sie subtrahiret werden, also: = → 6 — ← 6 = 0. Der Körper A wird also nach dem Stoße ruhen. Daher ist nun die relativische Geschwindigkeit nach dem Stoße = 0 + 25 = 25, folglich wie sie vor dem Stoße war. Jede Masse mit der relativischen Geschwindigkeit multipliciret, giebt die Größe der bewegenden Kräfte nach dem Stoße, in Ansehung des Körpers A also = 20. 25 = 500, und in Ansehung des Körpers B = 5. 25 = 125. Die Summe beyder Kräfte ist = 500 + 125 = 625; und so waren die Umstände vor dem Stoße.

§. 260.

§. 260

A B

Sind die Massen wie = 16 : 2, die absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße — — = 9 →: ← 12; so sind die bewegenden Kräfte = 144 : 24, die Summe hiervon — = 168.

Die relativische Geschwindigkeit wäre alsdenn — — — = 9 + 12 = 21, und die anstoßenden Kräfte für A = 16 . 21 = 336, für B — — = 2 . 21 = 42, die Summe — = 336 + 42 = 378.

Wenn A als der anstoßende Körper betrachtet wird; so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit — — = 144 : 18 = 8.

Die vierte Proportionalzahl = 16 : 2 = 8 : 1.

Diese von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit abgezogen, giebt = 8 — 1 = → 7.

Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit aber verdoppelt, giebt für B = 8 + 8 = → 16.

Nehmen wir B für den anstoßenden Körper an; so ist hier die gemeinschaftliche Geschwindigkeit — — — = 24 : 18 = $1\frac{1}{3}$.

Die vierte Proportionalzahl = 2 : 16 = $1\frac{1}{3} : 10\frac{2}{3}$.

Ziehen wir die vierte Proportionalzahl von der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit ab; so wird die Geschwindigkeit des Körpers B nach dem Stoße seyn = $1\frac{1}{3} - 10\frac{2}{3}$ = → $9\frac{1}{3}$ negativ.

Die Geschwindigkeit von A wird aber werden — — — = $1\frac{1}{3}$ + $1\frac{1}{3}$ = $2\frac{2}{3}$ ←.

Im ganzen zusammen die Umstände betrachtet,

giebt zu erkennen, daß durch den Stoß von A die Geschwindigkeit, welche B erhält, = → 16 ist, durch seinen eigenen Anstoß an A aber, die Geschwindigkeit von B auch = → $9\frac{1}{3}$ blieb. Also hat B zusammen eine Geschwindigkeit

— — = 16 → + → $9\frac{1}{3}$ = $25\frac{1}{3}$.

A behielt vermöge seines eigenen Stoßes an B die Geschwindigkeit = → 7 hinwärts. Durch den Stoß von B bekam es aber eine Geschwindigkeit = ← $2\frac{2}{3}$ herwärts, diese müssen also subtrahiret werden, folglich = → 7 — ← $2\frac{2}{3}$ = → $4\frac{1}{3}$. Es gehen daher die Bewegungen beyder Körper nach dem Stoße nach einerley Gegend, und müssen, um die relativische Geschwindigkeit zu erhalten, von einander subtrahiret werden

— — = $25\frac{1}{3}$ — $4\frac{1}{3}$ = 21.

Eben so groß war auch die relativische Geschwindigkeit vor dem Stoße.

§. 261.

Dieses sind Beyspiele genug von dem unmittelbaren senkrechten Zusammenstoßen harter Körper im flüßigen Wesen. Aus den letzten drey Paragraphen können wir sehen, daß auch bey diesen Fällen, wo die kleinere Masse vor dem Stoße die größere Geschwindigkeit hat, eben diese allgemeine Regeln folgen, welche bey denen Fällen erfolgen, wo die größere Masse vor dem Stoße die größere Geschwindigkeit hatte: nämlich nach dem Stoße kann die große Masse entweder rückwärts gehen, wie §. 258 geschahe;

oder

oder sie kann ruhen, wie §. 259 zeiget; oder sie kann noch vorwärts gehen, wie der §. 260 ausweiset. Die kleinere Masse gehet aber allemal mit größerer Geschwindigkeit nach dem Stoße rückwärts, als mit welcher die größere Masse vor dem Stoße ankam: kurz, die Geschwindigkeiten nach dem Stoße werden aus den Umständen vor dem Stoße bestimmt. Alle Fälle, die bey zween senkrechten an einander stoßenden Körpern in einem flüßigen Wesen nur möglich sind, können nach den §. 210 gegebenen Regeln berechnet werden. Man kann aber daraus, wie man die gemeinschaftliche Geschwindigkeit und die vierte Proportionalzahl findet, leicht schließen, daß in dem Falle, wo eine kleine Masse eine große ruhende anstößet, und jene nur ein unendlich kleiner Theil von dieser ist, die gemeinschaftliche Geschwindigkeit auch unendlich klein werden müsse: daß hingegen alsdenn, wenn die gemeinschaftliche Geschwindigkeit unendlich klein ist, die vierte Proportionalzahl sehr groß werden müsse §. 210. n. 3, also daß sie der Geschwindigkeit, womit der Anstoß geschiehet, beynahe gleich werden kann. Doch kann die vierte Proportionalzahl niemals völlig gleich, und also noch viel weniger gar größer werden, als die Geschwindigkeit ist, womit der Stoß geschiehet. Weil wir nun einen zuvor ruhenden Körper, der durch den Anstoß einer kleinen Masse eine unendlich kleine Geschwindigkeit bekommen würde, im gemeinen

Leben als völlig unbeweglich ansehen können; so wird auch wiederum die vierte Proportionalzahl nur um ein unendlich kleines Theilchen kleiner werden, als die Geschwindigkeit des kleinern Körpers vor dem Anstoße war. Weil wir nun unendlich kleine Theilchen nicht durch die Sinne wahrnehmen können; so nimmt man den Satz an: wenn ein harter Körper an einen andern unbeweglichen anstößet; so springet er mit der nämlichen Geschwindigkeit wieder zurück, wie er ankam. Im genauesten Verstande geschiehet dieses niemals; aber im genauesten Verstande ist auch kein Körper, der von einem andern angestoßen wird, ganz unbeweglich, wie man es hier angenommen hatte.

§. 262.

Setzen wir zwischen zween Körper, die an einander stoßen sollten, einen dritten in die Mitte; so müssen die Erscheinungen noch eben dieselben in Ansehung der angestoßenen Körper bleiben, als wenn nichts darzwischen wäre. Denn der mitten inne befindliche Körper ist alsdenn nur das Mittel, (intermedium), wodurch ein Körper in den andern, den er nicht selbst berühret, wirken kann. Undurchdringlich muß aber dieses Mittel seyn; sonst könnte keine Kraft durch Hülfe desselben fortgepflanzt werden. Ist es aber dieses; so gehet auch keine Zeit dabey verlohren, sondern die Wirkungen geschehen in dem Moment des Stoßes.

Wir

Wir haben dabey niemals auf die Größe des Mittels zu sehen: sondern es mag groß, oder klein seyn; so ist es gleich viel, wenn nur die beyden Körper senkrecht in einander dadurch wirken können. Ich könnte auch durch diesen Fall a posteriori beweisen, daß die Größe einer Kraft, wobey eine negative Kraft nach dem Anstoße entstanden ist (§. 217. 218), niemals eine größere Wirkung verrichten könne, als diejenige ist, welche aus der Größe der Kraft, wovon die negative Größe nach dem Stoße schon abgezogen ist, erfolgen kann. Weil aber alle dergleichen Sachen, welche durch die Erfahrung bestätiget werden sollen, erst im folgenden können vorgetragen werden; so wollen wir das auch bis dahin versparen.

§. 263.

Jetzt wollen wir noch von dem Zusammenstoßen weicher Körper handeln, wobey beyde Körper vor dem Zusammenstoßen in entgegengesetzter Bewegung sind. Wir haben hierbey weiter nichts zu berechnen nöthig, als dieß, daß wir aus jeder anstoßenden Kraft die gemeinschaftliche Geschwindigkeit suchen, und diese gefundenen Geschwindigkeiten von einander abziehen. Wenn also bey zween weichen Körpern die Massen sind, wie A : B = 4 : 4, die absoluten Geschwindigkeiten = 8 : 8; so wäre die anstoßende Kraft des Körpers A = 32; aber auch die anstoßende Kraft des Körpers B wäre = 32.

Wenn der Körper A als der anstoßende betrachtet würde; so würde die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße seyn

— — — = 32 : 8 = 4 →,

und beyde Körper würden eine Masse ausmachen. Nehme ich B als den anstoßenden Körper an; so würden nach dem Stoße auch beyde eine ganze Masse ausmachen, und die relativische Geschwindigkeit würde nach dem Stoße seyn

— — — = 32 : 8 = ← 4.

Nun sollten vermöge des Stoßes von A beyde Körper zusammen eine Geschwindigkeit = 4 → hinwärts haben, vermöge des Stoßes von B sollten sie aber zugleich eine Geschwindigkeit = 4 ← herwärts haben. Da nun beyde Geschwindigkeiten nach entgegengesetzten Richtungen gehen sollten, und gleich sind; so heben sie einander auf — — = 4 — 4 = 0.

§. 264.

Wir sehen nun schon, worauf die ganze Sache in allen Fällen hinaus laufen wird: denn in allen Fällen werden beyde weiche Körper nach dem Stoße zusammen hangen, und im Fall eine gemeinschaftliche Geschwindigkeit größer, als die andere seyn wird; so werden nach dem Stoße beyde Körper zusammenhangend nach der Richtung der größeren Kraft bewegt werden, aber nur mit der Geschwindigkeit, welche dem Unterschiede beyder entgegengesetzten gemeinschaftlichen Geschwindigkeiten gleich ist.

Wenn

A B

Wenn z. B. die Massen sind = 8 : 4,
die absoluten Geschwindigkeiten = 8 →: ← 8;
so sind die bewegenden Kräfte = 64: 32.
Betrachten wir A als den anstoßenden Körper;
so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit
— — — = 64: 12 = $5\frac{1}{3}$ →
Nehmen wir aber B für den anstoßenden Körper
an; so wird die gemeinschaftliche Geschwindig-
keit seyn — — = 32: 12 = $2\frac{2}{3}$ ←.
Da nun diese gefundenen gemeinschaftlichen Ge-
schwindigkeiten unter den hier angegebenen Um-
ständen nach entgegengesetzten Richtungen gehen
würden; so müssen wir sie von einander abziehen,
um die wirkliche Geschwindigkeit zu erhalten,
womit sich beyde nach dem Stoße zusammenhan-
gende Körper bewegen würden; also hier
— — $5\frac{1}{3}$ → — ← $2\frac{2}{3}$ = $2\frac{2}{3}$ →.

§. 265.

A B

Wären die Massen der weichen Körper wie
— — — 8 : 4,
die absoluten Geschwindigkeiten aber
— — — = 6 →: ← 12;
so würden die bewegenden Kräfte seyn bey A
— — — = 8. 6 = 48,
bey B aber — — = 4. 12 = 48.
Die gemeinschaftlichen Geschwindigkeiten nach
dem Stoße würden bey dem einen seyn
— — — 48 : 12 = 4 →

und

und so auch bey dem andern = 48. 12 = 4 ←.
Da nun diese Geschwindigkeiten einander entgegen laufen, und gleich sind; so erfolgt Ruhe, das ist — — 4 — 4 = 0.

Ich habe nicht nöthig, mehrere Beyspiele von dieser Art anzuführen, aus der Ursach, weil diese wenigen schon hinreichend sind, alle übrigen Fälle zu beurtheilen. Ich könnte nunmehro dieses ganze Hauptstück endigen: allein ich halte nicht für undienlich, aus den hier vorgetragenen Berechnungen die allgemeinen Sätze noch einmal in gehöriger Ordnung herauszuziehen, damit man im Stande sey, alles mit einem Blicke zu übersehen.

§. 266.

Erstlich werden beym Zusammenstoßen weicher Körper nach dem Stoße beyde allemal zusammenhangen. In den Fällen aber, wenn vor dem Stoße der eine ruhet, werden beyde nach dem Stoße nach eben der Richtung bewegt werden, welche der anstoßende Körper vor dem Stoße hatte; aber allezeit mit kleinerer Geschwindigkeit, als diejenige ist, womit der Anstoß geschahe. Dieses ist allgemein. Sind nun aber die Massen gleich; so wird die Geschwindigkeit, womit beyde Körper nach dem Stoße bewegt werden, allemal die Hälfte derjenigen Geschwindigkeit seyn, welche der anstoßende Körper vor dem Stoße hatte. Ist aber der anstoßende Körper größer, oder kleiner, als

der ruhende Körper; so wird im ersten Falle die Geschwindigkeit beyder Körper nach dem Anstoße größer seyn, als die Hälfte; im andern Falle kleiner. Diese Größe der Geschwindigkeit wird allezeit aus dem Verhältnisse der Massen bestimmet (§. 196 und 197).

§. 267.

Sind vor dem Stoße beyde weiche Körper nach einerley Gegend in Bewegung, und mit ungleichen Geschwindigkeiten; so werden, nach dem Stoße, beyde zusammenhangende Körper zwar noch nach eben der Richtung in Bewegung bleiben, nach welcher sie vorher bewegt wurden. Es wird aber diese Bewegung immer mit kleinerer Geschwindigkeit geschehen, als die absolute Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers vor dem Stoße war, doch allezeit mit größerer Geschwindigkeit, als die Geschwindigkeit des angestoßenen Körpers vor dem Stoße war. Dieses bleibt allezeit, die Massen mögen gleich, oder ungleich seyn, die große Masse mag die kleine anstoßen, oder die kleine die große: nur werden diese Größen der Geschwindigkeit nach dem Stoße wieder durch das Verhältniß der Massen bestimmt. (§. 199, 200, 201.)

§. 268.

Sind vor dem Stoße beyde weiche Körper nach entgegengesetzter Richtung in Bewegung; so werden sie nach dem Stoße auch allezeit zusammenhan-

menhangen. Aber sie werden nach dem Stoße entweder ruhen, oder beyde nach einerley Richtung in Bewegung seyn, je nachdem die entgegengesetzten Kräfte vor dem Stoße entweder gleich, oder ungleich sind. Ich sage hier mit Fleiß, die entgegengesetzten Kräfte: denn die Massen und die Geschwindigkeiten an sich betrachtet, können hier gleich oder ungleich seyn. Dieses allein bestimmt die Umstände noch nicht. Wenn aber die Produkte aus den Massen mit den absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße gleich sind, so erfolget Ruhe: sind diese aber ungleich, so erfolget Bewegung, nach der Richtung der größeren Kraft. Die Geschwindigkeit, womit nach dem Stoße beyde zusammenhangende Körper bewegt werden, richtet sich nach dem Unterschiede der entgegengesetzten Kräfte. Ist dieser groß, so ist die Geschwindigkeit auch groß: ist er klein, so ist die Geschwindigkeit auch klein (§. 262, 263, 264,). Wenn einer von beyden Körpern hart, der andere weich ist; so sind in allen Fällen die nämlichen Erfolge, wie bey zween weichen Körpern (§. 265, 266, 267).

§. 269.

Bey dem Zusammenstoßen harter Körper ereignen sich die Fälle in dieser Verschiedenheit. Wenn die Massen gleich sind, so gehen nach dem Stoße die Bewegungen mit verwechselten Geschwindigkeiten vor sich, und das zwar in allen Fällen, es mag nämlich eine Masse vor dem

Stoße

Stoße ruhen, oder sie mögen beyde vor dem Stoße in Bewegung seyn, und nach einerley Gegend, oder nach entgegengesetzten Richtungen, mit gleichen oder ungleichen Geschwindigkeiten. In dem Falle, wenn eine ruhet, wird die andere nach dem Stoße gewiß ruhen, die zuvor ruhende aber mit der Geschwindigkeit der ersten bewegt werden. In den Fällen aber, wenn beyde bewegt werden, wird jede Masse nach dem Stoße den Weg und die Geschwindigkeit der andern laufen. (§. 212, 221, 230, 245, 246, 247).

§. 270.

Wenn aber bey zween harten Körpern die Massen verschieden sind; so zeigen sich nach Beschaffenheit der Umstände gar verschiedene Erscheinungen. Denn in den Fällen, da vor dem Stoße eine Masse ruhet, die andere aber anstößet, kömmt es drauf an, welche Masse ruhet. Ruhet die kleine, und stößet die große an; so werden nach dem Stoße beyde Massen nach einerley Richtung fortlaufen; doch also, daß die große langsamer gehet, als sie vorher gieng; die kleine aber geschwinder gehet, als die große vorher gieng. Ruhet aber vor dem Stoße die große Masse, und die kleine kömmt gegen sie angelaufen; so wird diese nach dem Stoße allemal zurück springen, doch mit einer kleinern Geschwindigkeit, als womit sie ankam. Die große aber wird zwar allezeit nach der

Richtung

Richtung der kleinern bewegt werden, aber immer mit kleinerer Geschwindigkeit, als die Geschwindigkeit der kleinern vor dem Stoße war. (§. 213, 214, 215, 216, 217.)

§. 271.

Bewegen sich beyde ungleiche Massen vor dem Stoße nach einerley Gegend, und so, daß die Große voraus gehet; so kann nach dem Stoße die kleine entweder noch vorwärts bewegt werden (§. 233); oder sie kann ruhen (§. 235); oder sie kann rückwärts bewegt werden (§. 237), nachdem die Massen, oder die absoluten Geschwindigkeiten vor dem Stoße eine verschiedene Verhältniß haben, (§. 233, 235, 237, 238). Die große Masse bekömmt aber nach dem Stoße allemal eine größere Geschwindigkeit, als sie vorher hatte. Doch wird in diesen Fällen die Geschwindigkeit der größeren Masse nach dem Stoße allezeit kleiner bleiben, als die Geschwindigkeit der kleineren Masse vor dem Stoße war. (§. 233, 235, 237, 238). Gehet aber die kleinere Masse voraus; so wird nach dem Stoße die größere Masse beständig noch nach der Richtung gehen, welche sie vorher hatte, doch allemal langsamer, als vor dem Stoße (§. 231, 232). Die kleinere vorausgehende Masse aber wird nach dem Stoße allemal nach ihrer vorherigen Richtung gehen, aber auch allemal mit größerer Geschwindigkeit, als die Geschwindigkeit der größeren Masse vor dem Stoße war (§. 231, 232).

§. 272.

§. 272.

Bewegen sich beyde ungleiche Massen vor dem Stoße nach entgegengesetzten Richtungen, mit gleicher Geschwindigkeit; so kann nach dem Stoße die große Masse entweder noch nach ihrer vorigen Richtung bewegt werden (§. 252.); oder sie kann ruhen (§. 251.); oder sie kann in umgekehrter Richtung bewegt werden (§. 250.), je nachdem das Verhältniß der Massen beschaffen ist. Wird sie aber bewegt; so geschiehet dieses nach dem Stoße allezeit mit kleinerer Geschwindigkeit, als es vor dem Stoße geschahe (§. 250, 252.). Die kleine Masse wird aber nach dem Stoße allezeit in umgekehrter Richtung bewegt, auch allemal mit einer größeren Geschwindigkeit, als die Geschwindigkeit der großen Masse vor dem Stoße war (§. 250, 251, 252, 254, 255, 256.).

§. 273.

Bewegen sich vor dem Stoße beyde ungleiche Massen, nach entgegengesetzter Richtung mit ungleichen Geschwindigkeiten; so kömmt es nicht nur darauf an, welche Masse die größere Geschwindigkeit hat, sondern auch, welches Verhältniß die Massen haben. Denn die große Masse kann hier auch nach dem Stoße, wenn sie auch die größere Geschwindigkeit hat, entweder vorwärts (§. 255), oder rückwärts (§. 256.) bewegt werden, oder sie kann ruhen (§. 254.). Die kleine Masse wird aber

auch in allen diesen Fällen rückwärts bewegt werden, und zwar allezeit mit größerer Geschwindigkeit, als die Geschwindigkeit der größeren Masse vor dem Stoße war (§. 254, 255, 256.). Alles dieses findet auch statt, wenn vor dem Stoße die kleinere Masse die größere Geschwindigkeit hat.

§. 274.

Hiermit kann ich nun dieses Hauptstück schließen. Ich glaube keinen möglichen Fall, der hierher gehörete, unberührt gelassen zu haben. Sollte es aber wider Vermuthen geschehen seyn; so werde ich ihn gewiß im künftigen bey der Anwendung dieser hier gegebenen Regeln mit anbringen. Obgleich jedermann, der in der Naturlehre nicht ganz unerfahren ist, einsehen muß, von was für großem Nutzen diese bisher vorgetragene Sätze im künftigen seyn werden; so kann ich doch hier noch keine Anwendung davon machen, indem vieles erst muß voraus gesetzt werden, das ich jetzt nicht habe mit anbringen können. Unterdessen begnüge ich mich, die Sätze auf solche Art vorgetragen zu haben, daß das **wie?** und **warum?** allezeit begreiflich ist.

Das

Das fünfte Hauptstück.

Von der Bewegung in einem flüßigen Wesen mit zusammengesetzter Kraft.

§. 275.

Aus dem §. 164 wird noch erinnerlich seyn, daß eine Kugel, oder ein Körper, welche in einem flüßigen Wesen eingeschlossen waren, von allen Gegenden her zugleich gedrückt werden, und daß ein solcher Körper kann angesehen werden, als drücke er wiederum nach allen Gegenden zugleich. Wie es nun möglich ist, daß Drucke nach allen möglichen Gegenden zugleich in einem Körper statt finden können; so können auch solche Umstände vorkommen, da mehr als ein äußerlicher Druck auf einmal nach verschiedenen Gegenden zu einer Bewegung das ihrige beytragen können. Eine solche Bewegung, worzu einige Drucke zugleich nach verschiedenen Gegenden das ihrige beytragen, oder bey der man sich doch gedenken kann, als wenn mehrere Drucke zugleich nach verschiedenen Gegenden das ihrige darzu beytrügen, heißet eine zusammengesetzte Bewegung. Man darf eben nicht denken, als ob eine zusammengesetzte Bewegung in allen Fällen eine Bewegung von besonderen Eigenschaften wäre. Man nimmt

auch in der That bey vielen zusammengesetzten Bewegungen durch die Sinne nichts wahr, was man nicht auch bey jeder einfachen Bewegung wahrnehmen sollte. Es ist schon Ursach genug zu einer solchen Benennung, wenn entweder wirklich mehrere Drucke zugleich nach verschiedenen Richtungen das ihrige beytragen, und also die Ursache von dieser Bewegung etwas zusammengesetztes ist: oder wenn man die Richtung einer einfachen Bewegung eines Körpers, in Ansehung der Lage verschiedener Flächen von andern Körpern, als verschiedene zugleich gegenwärtige Richtungen ansehen kann. Hier liegt das zusammengesetzte der Bewegung blos in den verschiedenen Richtungen, welche man ihr nur in Absicht auf die Lage der Flächen von andern Körpern beylegt.

§. 276.

Man gedenke sich, es werde ein Körper A Fig. 30. in einem Moment so wohl durch den Druck von *A* nach *b*, als von *c* nach *d* in Bewegung gesetzt; so wird die daher entstehende Bewegung eine zusammengesetzte Bewegung genennet, weil sie aus zwoen zugleich wirkenden Ursachen entstehet. Man nehme aber an, der Körper *A* werde nur durch den einzigen Druck von *m* nach *n* in Bewegung gesetzt; so würde die daher entstehende Bewegung von *m* nach *o* zwar in Absicht der bewegenden Kraft nur eine einfache Bewegung seyn. Wenn man aber

diese

diese Bewegung in der Linie *m o* gegen die Lage der beyden Flächen *g h* und *k l* betrachtet, so ist klar, daß der Körper A beyden Flächen immer näher komme. Weil nun die eine Fläche *g h* dem Körper A zur rechten Hand, die andere Fläche *k l* aber unter ihm lieget; so kann man von dem Körper A sagen, daß er sich zu gleicher Zeit gegen die rechte Hand, und auch unterwärts bewege, folglich zu gleicher Zeit zwo Richtungen habe. Ob nun gleich nur ein einziger Druck, nämlich der Druck von *m* nach *n* die Ursach dieser Bewegung ist, und dieselbe in Ansehung dieses einfachen Drucks auch nur eine einfache Bewegung ist; so ist doch diese Bewegung in Absicht auf die beyden Flächen *g h* und *k l* der Richtung nach eine zusammengesetzte Bewegung.

§. 277.

Wenn bey dem Körper A Fig. 30. nur der Druck von *c* nach *d*, welcher senkrecht nach der Fläche *g h* gerichtet ist, wirkte; so würde der Körper A der Fläche *k l* nicht näher kommen als er vorher war. Es hätte also der Körper A nicht zweyerley Richtungen, und alsdenn wäre dessen Bewegung weder der Kraft noch der Richtung nach eine zusammengesetzte Bewegung. Man siehet auch eben so leicht ein, wenn allein der Druck von *A* nach *b* bey dem Körper wirkte; daß der Körper zwar in der Bewegung von *A* nach *f*, der Fläche *k l*, aber nicht der Fläche

g *h*, näher käme. Auch diese Bewegung würde weder der Kraft noch der Richtung nach eine zusammengesetzte Bewegung seyn. Weil nun aber die Bewegung in der Linie *m o* der Kraft nach eine einfache Bewegung ist (§. 276.), der Richtung nach aber als eine zusammengesetzte Bewegung angesehen wurde (§. 276.); der Unterschied zwischen den Bewegungen in den Linien *c e* oder *A f* und der Linie *m o* nur darinnen lieget, daß beyde erste Bewegungen jedesmal senkrecht auf eine Fläche allein giengen, die letzte aber schief oder schräge gegen beyde Flächen gehet: so erhellet, daß man zwar eine jede schiefe Bewegung gegen eine Fläche, aber keine Bewegung, die senkrecht oder gerade zu gegen eine Fläche gehet, als eine in Ansehung der Richtung zusammengesetzte Bewegung ansehen könne und müsse.

§. 278.

Hier wollen wir uns nun an den §. 88. gegebenen allgemeinen Begriff von der Kraft erinnern, welchen wir ausgedrückt hatten, es sey die Kraft das Vermögen den Zustand der Substanzen zu bestimmen, oder zu verändern. Es wird ferner aus dem §. 104. erinnerlich seyn, daß diejenige Kraft, welche wir hauptsächlich in der Naturlehre zu erwägen haben, eigentlich ein Druck sey. Hieraus folget, daß keine Kraft in einen Körper wirken könne, ohne den Zustand desselben zu verändern. Nun ist der Zu-

stand

stand der Körper entweder Ruhe oder Bewegung. Ist er Bewegung; so muß diese nach bestimmter Richtung, und mit bestimmter Geschwindigkeit gehen. Da nun aber bey jedem Drucke in einem flüßigen Wesen seine besonderen Umstände in Ansehung der Richtung und der Größe der Geschwindigkeit bey einerley Körper bestimmt sind, wie aus den vorigen beyden Hauptstücken erhellet; so folgt, daß sobald zween Drucke zugleich wirken, auch gleich die Bewegung anders seyn müsse, als wenn nur eine Kraft allein wirkte. An einer Bewegung kann aber nichts, als die Richtung, oder die Geschwindigkeit, oder beydes zugleich geändert werden.

§. 279.

Auf diese Art, wie ich hier das zusammengesetzte einer Kraft oder einer Bewegung erläutert habe, ist schon begreiflich, daß auch ein jeder Druck oder auch eine jede Bewegung als eine zusammengesetzte in Ansehung der Geschwindigkeit, ohne auf die Richtung darbey zu sehen, betrachtet werden könne. Denn jede Geschwindigkeit ist eine Größe, und bestehet also aus Theilen: in so fern sie aber aus Theilen bestehet, muß sie ja zusammengesetzt seyn. Z. B. Eine Geschwindigkeit einer Bewegung = 8 kann ich mir als ein Ganzes gedenken; ich kann mir aber auch gedenken, als wären es zween Drucke, die zugleich wirkten, und hieß alsdenn

die Größe der Geschwindigkeit des einen entweweder = 4, da denn des andern seine Größe auch = 4 seyn müßte, oder wenn wir die Größe des einen Theils desselben annehmen = 6; so wär alsdenn die Größe des andern = 2. ꝛc. Also kann eine zusammengesetzte Bewegung als zusammengesetzt betrachtet werden entweder in Ansehung der Geschwindigkeit allein, oder in Ansehung der Richtung allein, oder in Absicht auf die Richtung und Geschwindigkeit zugleich.

§. 280.

Es ist natürlich einzusehen, daß in den Fällen, wo die Richtungen zweener Drucke in einer geraden Linie gehen, durch die Verschiedenheit der Wirkungen der Kräfte nur einzig und allein die Geschwindigkeit verändert werden könne: und zwar wird in den Fällen, wo die Richtungen beyder Kräfte nach einerley Gegend gehen, die Größe der Geschwindigkeit allemal vermehret werden, und das also, daß sie hernach der Summe beyder Geschwindigkeiten gleich ist. In den Fällen aber, wo die Richtungen der Kräfte zwar in einer geraden Linie, aber nach entgegengesetzten Gegenden gehen, muß die Geschwindigkeit allemal vermindert werden, und dieses also, daß sie nur dem Unterschiede beyder wirkenden Kräfte gleich ist, doch aber nach derjenigen Gegend gehet, wohin der Druck mit der größeren Geschwindigkeit gerichtet ist. Diese Fälle sind alle schon im vorigen Hauptstücke abgehandelt worden.

§. 281.

§. 281.

Sobald aber die Richtungen zweener zugleich wirkenden Drucke nicht in einer und derselben geraden Linie gehen, sondern nach verschiedenen Gegenden, d. i. sobald die Richtungen der Kräfte einen Winkel machen: so muß nicht nur in Ansehung der Geschwindigkeit; sondern auch in Ansehung der Richtung der aus dem Druck erfolgenden Bewegung, eine Veränderung vor sich gehen: denn eine jede Kraft bewirket doch etwas, wobey die Wirkung der andern nicht so bestehen kann, wie sie für sich alleine würde gewesen seyn.

§. 282.

Ich weiß nicht, ob dieses nicht streitende Sätze sind, wenn ich von den Richtungen zwoer Kräfte behaupte, sie giengen einmal in einer geraden Linie, das andere mal nicht in einer geraden Linie. Wären dieses, nämlich in einerley geraden Linie, und nicht in einerley geraden Linie, entgegengesetzte Begriffe; so sollte ich fast glauben, alle Drucke, welche in einem Körper nicht nach einerley Gegend giengen, müßten einander entgegen stehen. Sollte ich hier nicht einen etwas übereilten Schluß gemacht haben? wenigstens werden nicht viele mit mir also denken. Dennoch glaube ich, wenn wir diesen Schluß nur noch etwas einschränken wollen, so mögte er noch zu entschuldigen seyn. Das Entgegengesetzt seyn hat noch Gra-

de: ein anders ist, wenn Drucke der Richtung nach einander völlig entgegengesetzt sind, ein anders, wenn sie nur zum Theil einander entgegengesetzt sind. Das letzte behaupte ich von allen Kräften, die in Ansehung der Richtung einen Winkel machen. Sowohl der Beweis bey der Anwendung, als die Erfahrung werden zeigen, daß in Ansehung der Geschwindigkeit bey Kräften, die einen Winkel machen, etwas verlohren gehet. D. i. die Geschwindigkeit der Bewegung, welche aus zwo unter einem Winkel wirkenden Kräften entstehet, ist niemals so groß, als sie seyn würde, wenn beyde eben so große Kräfte in einer geraden Linie wirken würden. Gehet aber etwas an der Geschwindigkeit verlohren; so müssen beyde Kräfte einander verhinderlich seyn. Sollen sie aber einander verhinderlich seyn; so müssen sie einander wenigstens in etwas, oder einigermaßen entgegengesetzt seyn.

§. 283.

Theils lässet es sich durch die Vernunft leicht einsehen, theils beweiset es im künftigen die Erfahrung, daß, je spitziger der Winkel ist, unter welchem zwo Kräfte zugleich in einen Körper wirken, die Verminderung der Geschwindigkeit desto weniger betrage, die wir an der Bewegung bemerken, welche aus beyden zugleich wirkenden Kräften erfolget. Je stumpfer aber der Winkel wird, unter welchem zwo

Kräfte

Kräfte zugleich in einen Körper wirken, desto größer wird der Verlust an der Geschwindigkeit seyn, womit die Bewegung geschiehet, die der Erfolg von beyden Drucken ist. Nun folgt hieraus, daß unter gewissen Umständen die Größe der Geschwindigkeit einer zusammengesetzten Bewegung, wo beyde Kräfte einen Winkel mit einander machen, niemals der Summe beyder Geschwindigkeiten gleich werden kann, daß sie aber unter gewissen Umständen noch größer ist, als die Geschwindigkeit einer von beyden zugleich wirkenden Kräfte allein war. Unter gewissen Umständen aber kann die erfolgende Geschwindigkeit der halben Summe beyder wirkenden Kräfte gleich seyn, d. i. sie kann der Größe von einer der beyden zugleich wirkenden Kräfte gleich seyn. Unter gewissen Umständen wird auch die Geschwindigkeit der entstehenden Bewegung noch kleiner werden, als eine von beyden Kräften allein war: und diese Verminderung der Geschwindigkeit wird immer größer werden, je näher der Winkel, worunter beyde Kräfte zugleich wirken, 180 Graden oder einer geraden Linie kömmt. So lange aber noch ein Winkel bleibt, worunter beyde Kräfte zugleich wirken, so lange wird auch noch eine Geschwindigkeit erfolgen, und sollte sie auch unendlich klein seyn. Bey 180 Graden aber, als woselbst alsdenn die Kräfte gerade entgegengesetzt und gleich groß sind, muß die Geschwindigkeit $= 0$ seyn, und also Ruhe

erfol-

erfolgen. Dieses wäre, was in Ansehung der Geschwindigkeit bey zwo zugleich wirkenden Kräften vorkommen könnte. Alles dieses würde auch erfolgen, wenn gleich die Größen der Geschwindigkeiten der zugleich wirkenden Kräfte nicht einander völlig gleich wären, nur alsdenn niemals Ruhe.

§. 284.

In Ansehung der Richtung ist folgendes zu merken. Man gedenke sich, es wirke in den Körper A Fig. 31. der Druck von *e* nach *d* allein; so wäre die Wirkung hiervon diese, daß der Körper A in einer gewissen Zeit, z. B. von 6 Sekunden von *e* bis *h* liefe. Gedenket man sich nun, es wirke zu gleicher Zeit auch ein anderer Druck *b f*; so müßte vermöge dieses Drucks eben der Körper auch in Zeit von 6 Sekunden in der Linie *e g* bewegt werden. Der Körper A sollte also unter diesen Umständen nach Verfließung dieser 6 Sekunden in *h* und auch in *g* zugleich seyn: dieses ist schon widersprechend. Ueberdies lauft es noch wider den gegebenen Begriff von der Kraft; denn alsdenn würde kein Druck in dem Zustande der Substanz, welcher aus dem andern Drucke erfolgen sollte, etwas geändert haben. Da nun aber ein jeder Druck, in demjenigen Zustande der Substanz, welcher aus dem andern zugleich wirkenden Drucke erfolgen würde, etwas verändern muß; so kann die Bewegung, welche

aus

aus beyden Drucken zugleich entstehet, unmöglich so erfolgen, als wenn nur einer von diesen Drucken die Ursach wäre. Da nun beyde Kräfte das ihrige beytragen; so muß auch die Bewegung also erfolgen, daß zwar in Ansehung der Richtung von jedem Drucke etwas bleibt, aber nicht mehr, als der andere zulassen kann. D. i. die Bewegung muß in einer Mittellinie gehen, welche zwischen den Richtungen von beyden zugleich wirkenden Kräften inne ist. Es ist hier bald, wie mit zwo streitenden Partheyen; wenn da keine von ihnen völlig nachgeben will; so müssen sie sich vergleichen. Aber die Herren, welche den Vergleich stiften, (mit welchen ich aus gewissen Ursachen, nicht gerne etwas zu thun habe) wollen auch etwas davon haben, und dieses öfters so viel, daß, wenn die Partheyen gleich stark wider einander sind, keine der Partheyen etwas übrig behält. Das, was nun hier von Rechtswegen abgegeben werden muß, gehet, bey der Bewegung, die aus zwo Kräften entspringet, von der Geschwindigkeit verlohren.

§. 285.

Um nun zu erforschen, welche Richtung, und welche Geschwindigkeit aus zween bestimmten und zugleich wirkenden Drucken, die in einem Körper einen gegebenen Winkel machen, bey der erfolgenden Bewegung zum Vorschein kommen werden, sind wir genöthiget bey der Geometrie

metrie Hülfe zu suchen. Diejenigen von vier Seiten eingeschlossenen Figuren, bey denen die einander gegenüber stehenden Seiten und Winkel allemal gleich sind, und die dessentwegen, weil die gegenüber stehenden Seiten parallel sind, Parallelogramma genennet werden, haben

1) diese Eigenschaft, daß, wenn alle Seiten einander gleich sind, und man eine Uebereclinie ziehet, diese Uebereclinien immer größer werden, je spitziger die Winkel sind; hingegen immer kleiner werden, je weniger spitzig die Winkel sind, aus welchen sie gezogen werden: welches aus Gegeneinanderhaltung der Figuren 33, 34, und 35 zu ersehen ist.

2) So lange die Winkel, aus welchen die Uebereclinien gezogen werden, kleiner sind, als 120 Grad, ist die Uebereclinie allemal größer, als eine von beyden Seiten, die den Winkel einschließen, aber sie ist doch beständig kleiner, als beyde Seiten zusammengenommen. Dieses zeigen die Figuren 33 und 34.

3) Ist der Winkel genau 120 Grad; so ist die Uebereclinie alsdenn eben so groß, als eine Seite des Parallelogramms; oder sie ist der Hälfte der Summe beyder Seiten gleich, wie wir an der Figur 34 sehen.

4) Wenn der Winkel größer ist, als 120 Grad; so werden die Uebereclinien auch

kleiner,

kleiner, als eine von beyden Seiten, und dieses also, daß, je näher der Winkel 180 Graden kömmt, die Uebereckklinien immer kleiner werden. Hiervon kann uns die 35 Figur überzeugen.

5) Diese Parallelogramma oder Rauten (rhombi) haben die Eigenschaft, daß die Uebereckklinien allemal der mittlere Weg zwischen den beyden Seiten des Winkels sind. Fig. 33, 34, und 35.

6) Alle diese Fälle in Ansehung der Größe der Uebereckklinien, welche aus der Beschaffenheit des Winkels bestimmet werden, bleiben nr. 2. 3. und 4, wenn auch die beyden Seiten, die den Winkel einschließen, ungleich sind: aber die Richtungen der Uebereckklinien gehen alsdenn nicht mehr völlig in der Mitte zwischen den beyden Schenkeln des Winkels, sondern sie sind dem längsten Schenkel allezeit näher als dem kürzeren: und dieses richtet sich nach dem Verhältniß der Schenkel, welches aus den Figuren 32 und 36 zu ersehen ist.

Diese Uebereckklinien kommen, wie wir sehen, in allem mit denjenigen Umständen überein, welche ich §. 283 und 284 von der Bewegung, die aus einer zusammengesetzten Kraft entstanden war, erwiesen habe.

Die Parallelogramma können uns also die gehörige Anleitung geben zu finden, welche Richtung

tung und Geschwindigkeit eine jede zusammengesetzte Bewegung bekommen muß, wenn uns die Größen und die Richtungen der Kräfte gegeben sind, indem wir nur die Uebereckslinien aus diesen Umständen suchen dürfen.

§. 286.

Da die Uebereckslinien der Parallelogrammen die Eigenschaften haben, wie die zusammengesetzten Bewegungen; so bedienet man sich dieser Figuren auf solche Art, daß man durch zwo an einander stoßende Seiten eines Parallelogramms die Größen der in einem Moment wirkenden Kräfte, oder vielmehr, weil bey einerley Körper in einem flüßigen Wesen die Grössen der Drucke sich verhalten, wie die Geschwindigkeiten (§. 171.), die Größen der Geschwindigkeiten der wirkenden Kräfte ausdrücket; durch die Richtungen dieser Seiten aber, welche einen Winkel einschließen die Richtungen der zugleich wirkenden Kräfte anzeiget. Jeder Anfänger in der Geometrie weis, wie man aus zwo gegebenen Seiten und dem Winkel, den sie einschliessen, ein Parallelogramm zeichnen kann. Hat man nun aus diesen gegebenen drey Theilen des Parallelogramms die ganze Figur gezeichnet: so darf man nur die Uebereckslinie ziehen: diese wird nicht nur die Geschwindigkeit, sondern auch die Richtung der zusammengesetzten Bewegung, welche aus den gegebenen Größen und Richtungen der Kräfte entstehen, vor Augen stellen.

§. 287.

§. 287.

Um sich also von einer zusammengesetzten Bewegung eine richtige Vorstellung zu machen, gedenke man sich, es wirke in den Körper A Fig. 32. die eine Kraft von *e* nach *d* in solchem Grade, daß nicht nur die Größe der Geschwindigkeit durch die Linie *c h* ausgedrückt, sondern auch die Richtung der wirkenden Kraft dadurch vorgestellet werde. Indem man sich von der Größe der Geschwindigkeit einer Kraft die Vorstellung machen will, muß man sich zugleich eine gewisse Zeit z. B. 6 Sekunden gedenken, in welcher die Linie *c h* durchlaufen werden soll. Ferner gedenke man sich, die Richtung und Größe der Geschwindigkeit einer andern zugleich wirkenden Kraft von *b* nach *n* werde durch die Linie *c g* ausgedrückt, also daß in den nämlichen 6 Sekunden, in welchen der Körper A vermöge der Kraft *c h* die Linie *c h* durchlaufen sollte, vermöge der Kraft *b g* derselbe auch die Linie *c g* durchlaufen müßte: so würde der Körper in der Uebereckklinie bewegt werden müssen, weil diese zwischen beyden inne liegt (§. 284.), und auch in Ansehung der Geschwindigkeit, wenn wir die Uebereckklinie als das Kennzeichen davon ansehen wollen, die Eigenschaft hat, welche die Geschwindigkeit unter den Umständen haben muß (§. 283.), nämlich sie ist kleiner, als die Summe beyder Geschwindigkeiten, sie ist aber auch größer, als eine der gegebenen Geschwindigkeiten allein, kurz, sie

verändert sich nach der Beschaffenheit des Winkels, und dieses wie die Umstände es mit sich bringen.

§. 288.

Um auch den Weg zu finden, welchen der Mittelpunct des Körpers von *c* nach *k* unter den gegebenen Umständen durchlaufen muß; so theile man jede Linie *c h* und *c g*, welche die Richtungen und Geschwindigkeiten der einzelnen Kräfte anzeigen, in so viel gleiche Theile, als die angenommene Zeit hat. Da nun diese Zeit hier 6 Sekunden war; so wird jede Linie in 6 gleiche Theile getheilet. Weil wir nun annehmen, daß die Bewegung gleichförmig seyn soll; so wird der Mittelpunct des Körpers, in dem 6ten Theile der Zeit, z. B. in einer Sekunde auch nur so viel, als der sechste Theil der Linien *c h* und *c g* beträgt, bewegt werden. Wenn nun auch aus diesen sechsten Theilen der Linien *c h* und *c g*, nämlich *c d*, und *c n* und dem Winkel *d c n* ein Parallelogramm gezeichnet wird; so muß der Mittelpunct *c* des Körpers A zu Ende der ersten Sekunde in *o* seyn. Hier sind die Richtungen der wirkenden Kräfte *o q* und *o p* mit den vorigen *c h* und *c g* parallel, und also einerley, und der Mittelpunct des Körpers A hätte also noch 5 Theile zu laufen, deren jeder, wenn wir die Kräfte einzeln betrachten, so groß wäre, als *c d* oder *c n*. In der zweyten Sekunde sind also *o q* und *o p* diejenigen

jenigen Linien, welche so wohl die Richtungen, als die Größen der wirkenden Kräfte ausdrücken: also muß zu Ende der zweyten Sekunde der Mittelpunct des Körpers A in *r* seyn. Da nun eben dieses von den übrigen Theilen der wirkenden Kräfte auf eben diese Art bewiesen werden kann; so folgt, daß zu Ende der dritten Sekunde der Mittelpunct des Körpers A in *u*, zu Ende der vierten Sekunde in *y*, zu Ende der fünften Sekunde in *z*, und zu Ende der sechsten Sekunde in *k* seyn müsse. Nun liegen aber alle diese Puncte *c*, *o*, *r*, *u*, *y*, *z*, *k*, in welchen zu Ende einer jeden Sekunde der Mittelpunct des Körpers A seyn muß, in einer geraden Linie, welche die Uebereckslinie des Parallelogramms *c h k g* genennet wird. Es folgt also, daß jeder Körper, in welchen zwo verschiedene Kräfte dergestalt zu gleicher Zeit wirken, daß er in einerley Zeit zwo verschiedene Linien gleichförmig durchlaufen müsse, nach der zusammengesetzten Bewegung, in eben derselben Zeit, die Uebereckslinie desjenigen Parallelogramms gleichförmig durchlaufen müsse, welches aus den zwo verschiedenen Linien, die die Richtungen, die Räume, und die Geschwindigkeiten der Bewegungen nach den einzelnen Kräften ausdrücken, und aus dem Winkel, den die Richtungen der verschiedenen Kräfte einschließen, zusammengesetzt werden kann.

§. 289.

Es drückt also die Uebereckslinie *c k* eines Parallelogramms Fig. 32, 33, 34, 35, und 36, durch ihre Lage die Richtung, durch ihre Größe den Raum, und weil sie in eben der Zeit, in welcher *c h*, und *c g* sollten durchlaufen werden, wirklich durchlaufen wird, durch ihr Verhältniß gegen *c h* und *c g* die Geschwindigkeit bey der zusammengesetzten Bewegung aus. Nun ist aus der Geometrie bekannt, je spitziger der Winkel *g c h* ist, je größer wird die Uebereckslinie, wenn gleich die Seiten *c h* und *c g* einerley bleiben. Eben so werden die Uebereckslinien immer kleiner, wenn der Winkel *g c h* stumpfer wird. Welches aus der Vergleichung der Figuren 32, 33, 34, und 35 zu ersehen ist. Hieraus folget, wenn gleich die Geschwindigkeiten der einfachen Kräfte *c h* und *c g* einerley bleiben, aber die Winkel, unter welchen sie wirken, verschieden werden, daß die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung *c k* um desto größer werden müsse, je spitziger der Winkel *g c h* ist: hingegen muß die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung um desto kleiner werden, je stumpfer der Winkel *g c h* ist. Niemals kann aber die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung der Summe beyder einfachen Geschwindigkeiten gleich werden, und also noch viel weniger gar größer, als beyde, weil nach der Geometrie zwo Seiten eines Triangels zusammengenommen allemal

größer

größer seyn müssen, als die dritte. Sind die Geschwindigkeiten der einfachen Kräfte *c h* und *c g* einander gleich, und der Winkel, welchen sie einschließen ist 120 Grad; so ist alsdenn die Geschwindigkeit, der zusammengesetzten Bewegung der Hälfte der Summe, d. i. einer von beyden einfachen Geschwindigkeiten gleich, weil alsdenn die Triangel gleichseitig werden. Bleiben die einfachen Geschwindigkeiten aber gleich, und der Winkel wird noch größer, als 120 Grad; so wird die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung auch kleiner, als die halbe Summe beyder einfachen Geschwindigkeiten, welches die Fig. 34 und 35 zeigen.

§. 290.

Wenn die Seiten des Parallelogramms, Fig. 36. welche die Richtungen und die Größen der Geschwindigkeiten ausdrücken, ungleich sind; so kann, ob auch gleich eine von den gegebenen Seiten unendlich klein in Ansehung der andern wäre, und daher *g k* der Linie *c h* unendlich nahe wäre, die Geschwindigkeit bey der zusammengesetzten Bewegung doch nicht unendlich klein werden, weil die Uebereckklinie *c k* schief von dem Puncte *c* nach dem Puncte *k* gehen muß; folglich keinen kürzeren Weg nehmen kann. Hingegen geben stumpfe Winkel, je näher sie 180 Graden kommen, desto kleinere Uebereckklinien, also, daß z. B. wenn der Winkel, unter welchem zwo gleiche Kräfte wirk-

ten, 179° 59' wäre, die Größen der Kräfte unendlich groß seyn könnten, und dem ohnerachtet die Uebereckslinie unendlich klein werden müßte. Die Richtung der zusammengesetzten Bewegung oder der Uebereckslinie wird alsdenn, wenn die zugleich wirkenden Kräfte ungleich sind, allezeit der Richtung derjenigen einfachen Kraft am nächsten kommen, welche die gröste Geschwindigkeit hat: denn wenn *c g* klein ist; so kann die Linie *g k*, folglich auch der Punct *k*, nicht weit von der Linie *c h* abstehen. Wenn aber *c h* groß ist; so muß auch *g k* groß seyn, und also der Punct *k* weit von der Linie *c g* abstehen. Fig. 36.

§. 291.

Wenn mehr als zwo Kräfte zu gleicher Zeit von verschiedener Größe und nach verschiedenen Gegenden wirkend in einen Körper angenommen werden; so wird diejenige Linie, die die Richtung, den Raum und die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung bestimmet, gefunden, wenn man erstlich die Uebereckslinie, die aus zwo bestimmten Kräften, sie seyn welche von den gegebenen sie wollen, entstehet, auf die §. 286. beschriebene Art findet; hernach diese gefundene Uebereckslinie als die Richtung und Geschwindigkeit einer einfachen Kraft, deren Wirkung aber mit der Wirkung der zusammengesetzten Kraft, die aus diesen beyden zuerst betrachteten Kräften entstanden ist,

einer-

einerley ist, ansiehet. Aus dieser neuen gefundenen Kraft und einer zugleich wirkenden dritten beschreibet man wiederum ein Parallelogramm. Die Uebereckklinie dieses neu gefundenen Parallelogramms wird wiederum als eine einfache Kraft angesehen, alsdenn aus dieser und einer von den gegebenen zugleich wirkenden Kräften wiederum ein Parallelogramm beschrieben, und von diesem die Uebereckklinie gesucht. Auf solche Art verfähret man so lange, als noch eine von den zugleich wirkenden Kräften übrig ist. Die letztere Uebereckklinie ist diejenige, nach welcher die aus allen zugleich wirkenden Kräften entspringende zusammengesetzte Bewegung geschehen muß; die Länge und Richtung dieser letzten Uebereckklinie zeiget die Richtung und Geschwindigkeit an, welche der Körper, indem diese gegebenen Kräfte zugleich wirken, bey der Bewegung haben wird.

§. 292.

Um die Sache recht zu erläutern, will ich ein Beyspiel geben. Man gedenke sich, es wirkten in den Körper A Fig. 37. fünf Kräfte zugleich; nämlich *c b*, *c d*, *c e*, *c f*, und *c g*, und diese Linien zeigten nicht nur die Richtungen, sondern auch die Räume, welche der Körper zu gleicher Zeit durchlaufen würde, an, wenn jede Kraft allein wirkte: folglich drückten die gegebenen Linien die Geschwindigkeiten aller einfachen Bewegungen aus. Um nun zu finden,

nach welcher Linie die aus allen diesen zugleich wirkenden Kräften zusammengesetzte Bewegung gehen würde; so zeichne man

1) aus zwoen dieser gegebenen Linien, es seyn welche sie wollen, z. B. *c g*, und *c f*, und dem Winkel, den sie einschließen, *g c f*, ein Parallelogramm *g c f h*: so würde die Uebereckslinie *c h* die Bewegung ausdrücken, welche die Wirkung der beyden zugleich wirkenden Kräfte *c g* und *c f* wäre. Es würde daher einerley seyn, ob man sagte: der Körper A drücke nach zwo Linien *c g* und *c f* zugleich, oder nur nach einer, nämlich nach *c h*.

2) Aus dieser Linie *c h*, wie sie stehet, und einer andern, welche eine zugleich wirkende Kraft vorstellet, z. B. *c e*, und dem Winkel *h c e*, den beyde Linien einschließen, zeichne man das zweyte Parallelogramm *c h k e*; so giebt sich die Uebereckslinie *c k* von selbst, durch welche sich der Körper A bewegen würde, wenn nur die zwo Kräfte *c h* und *c e*, oder welches einerley ist, wenn nur die drey Kräfte *c g*, *c f*, und *c e* (nr. 1.) allein wirkten. Es kann daher durch die einzige Linie *c k* eine wirkende Kraft ausgedrückt werden, die in Ansehung der drey zugleich wirkenden Kräfte *c g*, *c f*, und *c e* substituiret werden kann: denn dieses sind nur die wirkenden Ursachen, jenes aber ist die Wirkung davon.

3) Aus

3) Aus dieser Linie *c k*, und der Linie *c d*, welche die vierte zugleich wirkende Kraft anzeiget, und dem Winkel *k c d*, welchen diese Linien einschließen, zeichne man das dritte Parallelogramm *c k m d*; so bekömmt man die Uebereckslinie *c m*, nach welcher sich der Mittelpunct *c* des Körpers A bewegen würde, wenn nur die beyden Kräfte *c k* und *c d* allein gewirket hätten. Es ist aber gleich viel, ob der Druck *c k* allein wirket, oder ob die drey Drucke *c g*, *c f*, und *c e* zusammen wirken (nr. 2.); daher ist die Bewegung in der Linie *c m* die Wirkung, welche aus allen vier Drucken zusammen erfolgen würde.

4) Man zeichne daher aus dieser Uebereckslinie *c m* und der Linie *c b*, welche die fünfte zugleich wirkende Kraft anzeiget, nebst dem Winkel *m c b*, welchen diese zwo Linien *c m* und *c b* einschließen, das vierte Parallelogramm *m c b r*; so wird die Uebereckslinie *c r* die Richtung, den Raum, und die Geschwindigkeit anzeigen, welche der Mittelpunct *c* des Körpers A haben müßte, wenn nur die beyden Kräfte *c b* und *c m* allein gewirket hätten. Weil nun die einzige Kraft, die durch *c m* ausgedrückt wird, eben das thut, was die vier Kräfte *c g*, *c f*, *c e*, und *c d* zusammen thun können (nr. 3.); so ist die Linie *c r* diejenige, welche der Mittelpunct *c* des Körpers A, in der allen fünf

Kräften gemeinen Zeit, in welcher sie alle fünfe zugleich wirken, durchlaufen muß.

Es ist gleich viel, von welchen der gegebenen Kräfte man den Anfang machen will, die Parallelogramme und Uebereckslinien zu zeichnen, auch welche Ordnung man erwählen will. Wenn man nur in Ansehung der Größe, der Geschwindigkeit, und der Richtung, allezeit einerley Kräfte beybehält; so wird man beständig am Ende die Linie *cr* finden, welche die Bewegung des Mittelpuncts *c* des Körpers A ausdrücket. Dieses kann jeder, der nur mit Zeichnung der Figuren umgehen kann, selbst versuchen.

§. 293.

Es verstehet sich, daß in den Fällen, die in diesem Hauptstücke vorgetragen worden, die Rede von pünctlichen Drucken ist, und daß also die daraus erfolgenden Bewegungen nur allezeit eine Fortdauer der pünctlichen Drucke sind (§. 129.). Ich habe aber in dem §. 159. erwiesen, es müßten alle Bewegungen eines Körpers, wenn sie in einem flüßigen Wesen geschähen, und nur die Fortdauer pünctlicher Drucke wären, Bewegungen mit ordentlich abnehmender Geschwindigkeit seyn. Sie sind es auch in der That, unter den hier angenommenen Umständen: und wenn wir die künftigen Versuche mit Genauigkeit anstellen werden; so werden wir auch bemerken, daß die Körper, welche

che wir durch eine zusammengesetzte Kraft in Bewegung bringen, allemal eine etwas kürzere Linie durchlaufen werden, als die Uebereckslinie ist, welche wir bey der Vorstellung des Parallelogramms, dessen Seiten die zugleich wirkenden Kräfte anzeigen, erhalten. Die Ursach dieses kleinen Unterschieds liegt darinnen, weil wir uns als Theoretiker die Freyheit nehmen, die Bewegung in einem flüßigen Wesen, ob sie gleich nur eine Fortdauer eines pünctlichen Drucks ist, als eine gleichförmige Bewegung zu betrachten. Könnten wir in einem ganz leeren Raume Versuche anstellen; so würden sie aufs genaueste mit der Theorie übereinstimmen: aber da ein Körper in einem leeren Raume nicht einmal existiren kann (§. 134. 169.); so können wir noch viel weniger Versuche darinnen anstellen.

§. 294.

Nach den Sätzen, die ich im §. 291. und 292 vorgetragen habe, können wir auch einigermaaßen begreifen, wie der Druck der Theile eines flüßigen Wesens gegen die halbe Oberfläche einer Kugel (§. 176.), eine aus sehr vielen zugleich wirkenden Kräften zusammengesetzte Bewegung seyn müsse, und dennoch die daraus erfolgende Bewegung in einer geraden Linie geschehen könne und müsse. Denn jedes Theilchen des flüßigen Wesens, welches die Kugel an einem besonderen Orte berühret, würde an

sich

sich betrachtet durch seinen Druck die Kugel nach einer besonderen Gegend treiben: indem sie aber alle zugleich wirken, muß die erfolgende Bewegung nur nach einer einzigen geraden Linie geschehen, die aus den Drucken aller Theile des flüßigen Wesens zusammengenommen, auf die §. 291. 292. beschriebene Art entstehet, und gefunden werden kann.

§. 295.

Wir wollen den zusammengesetzten Bewegungen unsere Aufmerksamkeit noch etwas weiter gönnen, und ein kleines Raisonnement über verschiedene dabey vorkommende Umstände anstellen. Wenn wir die 32te Figur betrachten, wo wir die ganzen zugleich wirkenden Kräfte *c h* und *c g* zergliedert haben; so sehen wir, daß alle Theile einer jeden wirkenden Kraft zusammengenommen der ganzen gegebenen Kraft allemal gleich sind: denn die Seiten der kleinen Parallelogrammen, die an der Uebereckslinie von *c* bis *k* hinter einander stehen, und durch *c d*, *o q* ꝛc. ꝛc. ausgedrückt sind, machen zusammen eben so viel, als die Linie *c h* aus. Eben so machen diejenigen Seiten der an der Uebereckslinie befindlichen kleinen Parallelogrammen, welche durch *c n*. *o p* ꝛc. ꝛc. ausgedrückt sind, und mit der Seite *c g* des großen Parallelogramms parallel gehen, zusammengenommen eben so viel aus, als die Seite *c g* des großen Parallelogramms. Daher scheinet es, als wäre

von

von den gegebenen Geschwindigkeiten der Kräfte nichts verlohren gegangen. So gehen auch die Richtungen der Theile der Kräfte immer mit der ganzen gegebenen Kraft parallel: es scheinet also, als ob auch keine Kraft in Ansehung der Richtung der andern etwas verändert hätte. Es ist auch in der That also, daß keine Kraft in der andern als mitwirkenden Ursach etwas verändert hat, und verändern kann. Allein die Wirkung einer jeden Kraft ist durch die Mitwirkung der andern sehr geändert. Denn die Wirkung des Drucks *c h* sollte seyn, daß der Körper A in der Linie *c h* während der angenommenen 6 Sekunden bewegt würde; und die Wirkung der Kraft *c g* sollte diese seyn, daß der nämliche Körper A in den nämlichen 6 Sekunden die Linie *c g* durchliefe. Keines von beyden geschiehet wirklich, und dieses eben deswegen, weil jede einzelne Kraft in dem Zustande des Körpers, welcher eine Wirkung der andern Kraft seyn sollte, etwas verändern muß. Daher ist auch die Uebereckslinie *c k*, in welcher der Mittelpunct des Körpers A wirklich bewegt wird, als die gemeinschaftliche Wirkung von beyden Kräften, von jeder einfachen Wirkung der beyden Kräfte gar sehr verschieden, und dieses nicht nur in Ansehung der Richtung, sondern auch in Ansehung der Geschwindigkeit. Denn sie ist größer, als die Geschwindigkeit jeder einfachen gegebenen Kraft; sie ist aber auch kleiner, als die Summe beyder Geschwindigkeiten.

§. 296.

Was wir bisher von der zusammengesetzten Bewegung abgehandelt haben, das hat uns hauptsächtlich nur belehret, wie die Bewegung eines Körpers erfolgen müsse, der von mehr als einer Kraft auf einmal in Bewegung gesetzt wird; der hauptsächlichste Nutzen, den wir aus der Lehre von der zusammengesetzten Bewegung ziehen können, bestehet aber darinnen, daß wir die Richtungen und das Abspringen der Körper, bey dem schiefen Zusammenstoßen derselben, durch die Lehre der zusammengesetzten Bewegung beurtheilen können, welches ohne dem zu beurtheilen unmöglich fallen mögte. Da nun überdies alle Bewegungen auf unserer Welt zusammengesetzte Bewegungen sind, wie wir im folgenden sehen werden; so können wir uns schon im voraus vorstellen, daß diese Lehre in der ganzen Naturlehre von unermeßlichem Nutzen seyn müsse. Jetzt wollen wir uns unterdessen begnügen, nur noch die Beurtheilung der Umstände, welche bey dem schiefen Anstoße der Körper vorkommen können, vorzutragen.

§. 297.

Im §. 277. habe ich gezeigt, daß, in Ansehung der Richtung einer Bewegung, diejenige für zusammengesetzt müsse gehalten werden, welche schief oder schräge gegen eines andern Körpers Fläche gerichtet sey. Wenn also eine Kugel A Fig. 38. in der Linie *c f* gegen die Flä-

che

che *m k* eines andern Körpers bewegt würde, so wäre dieses eine schiefe Bewegung. Sollte nun diese Kugel A nach der Linie *c f*, in welcher sie sich bewegt, in den Körper *m k* wirken; so müßte in Ansehung der Kugel die Wirkung mit dem Puncte *h* geschehen, und in Ansehung des Körpers *m k* müßte die Wirkung in dem Puncte *f* geschehen. Es kann aber die Kugel A, die sich in der Linie *c f* gegen die Fläche *m k* bewegt, mit dem Puncte *h* den Punct *f* nicht berühren, weil die Kugel in *g* schon die Fläche *m k* trift, wenn der Punct *h* noch weit von dem Puncte *f* entfernt ist. Da nun eine Wirkung in die Ferne (actio in distans) (§. 103. 104.) unmöglich ist; so kann entweder die Kugel A unter den Umständen gar nicht in den Körper *m k* wirken, oder wenn sie ja wirket, welches die Erfahrung bestätiget, wenigstens nicht nach der Richtung *c f*: folglich muß die Wirkung nach einer andern Richtung geschehen.

§. 298.

Ein Körper, der in einer geraden Linie bewegt wird, kann, wenn er sich gegen einen andern bewegt, mit dem er endlich zusammen stößet, nur auf zweyerley Art gegen den andern bewegt werden, nämlich entweder schief, oder gerade, welches auch senkrecht genennet wird. Da nun, vermöge der Bewegung, das Wirken geschiehet; so muß auch die Wirkung der Körper in einander entweder nach einer

schiefen,

schiefen, oder senkrechten Richtung geschehen. Nach der schiefen Richtung ist es unmöglich (§. 297.); und doch wirken unter den Umständen die Körper wahrhaftig in einander: also muß die Wirkung eines Körpers in den andern, obgleich die Bewegung schief gegen den andern gehet, dennoch nach der senkrechten Richtung geschehen. Nun kann keine Wirkung eines Körpers in den andern, in einem andern Puncte, als in dem Berührungspuncte geschehen, und nach der Geometrie ist keine andere Linie auf den Berührungspunct einer Kugel senkrecht zu ziehen möglich, als diejenige, welche von dem Mittelpuncte der Kugel aus auf den Berührungspunct gezogen wird. Daher muß die Richtung der Wirkung einer Kugel gegen die Fläche eines andern Körpers, woran die Kugel stößet, allemal in der Linie geschehen, welche von dem Mittelpunct der Kugel auf den Berührungspunct mit der Fläche des andern Körpers gezogen werden kann. Dieses ist in dem angeführten Falle, Fig. 38, die Linie *d g*: denn dieselbe gehet nicht nur durch den Mittelpunct der Kugel *e* und den Berührungspunct *g*; sondern sie stehet auch senkrecht auf der Fläche *m k*.

§. 299.

Man könnte hierwider die Einwendung machen, es läge in der Richtung *c f* der Bewegung des Körpers A kein anderer Grund, als

nach

nach der Linie *cf* zu wirken, und könne also die Wirkung nach der Linie *dg* nicht vor sich gehen, wo nicht eine Veränderung der Richtung der Bewegung des Körpers A geschähe. Aber diese Einwendung fällt gleich hinweg, wenn wir uns an den §. 276. erinnern, wo gezeiget wurde, es könne und müsse eine jede schiefe Bewegung gegen die Fläche eines andern Körpers angesehen werden, als wäre sie aus zwo Kräften entstanden, wovon die Richtung des einen Drucks von dem Mittelpuncte der Kugel senkrecht gegen die Fläche des andern Körpers gerichtet wäre; die Richtung des andern Drucks aber mit der Fläche des andern Körpers parallel gienge. Also liegt in der schiefen Bewegung einer Kugel gegen die Fläche eines andern Körpers schon die senkrechte Richtung des Drucks, auch ehe noch die Kugel den andern Körper berühret hat, und ist also nicht nöthig, daß bey dem Anstoße eine Veränderung der Richtung vor sich gehe.

§. 300.

Eben so, wie wir gesehen haben, daß in Ansehung der bewegten Kugel das Wirken gegen die Fläche des andern Körpers in keinem andern, als in dem Berührungspuncte geschehen könne, und zwar nach der senkrechten Richtung, eben so wird auch bewiesen, daß die Wirkung der Fläche des angestoßenen Körpers, in so fern er einen Widerstand thut, nicht an-

ders als in dem Berührungspuncte, und in der senkrechten Linie gegen die anstoßende Kugel geschehen könne. Ist also die Fläche des angestoßenen Körpers geradlinigt; so weis jedweder die senkrechte Linie von dem Berührungspuncte leicht zu finden, und also die Richtung der Wirkung zu bestimmen. Ist sie aber eine krumme Fläche; so kann sie allemal auf eine Kugelfläche reduciret werden. Nun ist aber aus der Geometrie bekannt, daß keine Linie auf einer Kugelfläche senkrecht stehet, man mag sie sich von dem Inneren der Kugel herausgezogen gedenken, oder von außen hineinwärts, als diejenige, welche durch den Mittelpunkt der Kugel gehet: die nämliche Linie aber, welche von dem Mittelpunkte der Kugel gegen die Fläche der Kugel senkrecht gehet, gehet auch gegen den Berührungspunct einer berührenden Fläche senkrecht. Ob daher gleich die Bewegungen eines Körpers gegen den andern schräge oder schief gehen können; so geschiehet doch alle Wirkung der Körper in einander in einer senkrechten Richtung. Diese ist aber bey zwo Kugeln allemal diejenige Linie, welche zwischen den Mittelpuncten beyder Kugeln kann gezogen werden, wenn sie einander berühren.

§. 301.

Da die schiefe Bewegung *c e* Fig. 38. eines Körpers A gegen die Fläche eines andern Körpers *m k* eine zusammengesetzte Bewegung ist;

(§. 276:277.), aber nur die eine Richtung *cb* oder *de*, wenn wir die zusammengesetzte Bewegung in ihre einfachen Drucke auflösen, diejenige ist, nach welcher der Körper A sich dem Körper *m k* wirklich nähert, und nur allein in ihn wirken kann (§. 277. 298.): so kömmt der Körper A in der Zeit, da er sich in der Linie *c e* bewegt, nur um *de* dem Körper *m k* näher, als er in *c* war. Also sind *c e* und *d e* als zween Räume anzusehen, die der Körper A in gleicher Zeit durchlaufen hätte. Es verhält sich also die Geschwindigkeit, mit welcher der Körper A in der Linie *de* in den Körper *m k* wirket, zu der Geschwindigkeit, mit welcher er schief gegen den Körper *m k* in der Linie *c e* bewegt wird, wie *de* zu *ce*.

§. 302.

Da die Richtung, nach welcher ein Körper in den andern wirken kann, allezeit senkrecht auf beyder Körper Flächen in dem Berührungspuncte seyn muß (§. 298.), die Richtung der schiefen Bewegung an sich mag seyn wie sie will: so müssen wir die Linie *ce* Fig. 38, in welcher sich der eine Körper schief gegen die Fläche des andern bewegt, als die Uebereckslinie eines rechtwinklichten Parallelogramms ansehen, dessen eine Seite *cb*, mit der Linie *de*, nach welcher das senkrechte Wirken geschehen kann, parallel gehet; die andere Seite *cd* aber, mit der Fläche *mk*, oder im Fall *m k* keine geradlinigte

Fläche wäre, mit der Berührungsfläche des Puncts *g*, worinnen die Wirkung geschiehet, parallel ist. Man könnte fragen, warum eben das Parallelogramm, wovon *c e* die Uebereck-linie wäre, als ein rechtwinklichtes müsse angesehen werden? es wäre ja wohl hinreichend, wenn nur die Seite *d e* eines schiefwinklichten Parallelogramms auf dem Berührungspuncte *g* senkrecht stünde, wie z. E. die Fig. 39. und 40. zeigen. Allein wir dürfen nur die Linien *d e* Fig. 39. und 40. ansehen; so bemerken wir gleich, daß zwar beyde in Ansehung der Richtung recht wären, in Ansehung ihrer Größe aber, als wodurch die Geschwindigkeit, oder die Größe der wirkenden Kraft (§. 187 n. 2. 301.) angezeigt wird, würde *d e* Fig. 39. zu klein, und *d e* Fig. 40. zu groß seyn. Da also, wenn wir die Linie *c e*, in welcher sich ein Körper schief gegen die Fläche eines andern bewegt, als die Uebereckslinie eines spitzwinklichten Parallelogramms ansehen, die Geschwindigkeit, womit die Wirkung geschiehet, zu klein gefunden wird; hingegen wenn die Linie *c e* als die Uebereckslinie eines stumpfwinklichten Parallelogramms angesehen wird, die Linie, welche alsdenn die Geschwindigkeit des Wirkens anzeigt, zu groß gefunden wird: so folgt, daß die Linie *c e*, in welcher die schiefe Bewegung gegen die Fläche eines andern Körpers geschiehet, allezeit als die Uebereckslinie eines rechtwinklichten Parallelogramms angesehen werden müsse, welches

ches die Eigenschaften hat, die ich zu Anfange dieses §. beschrieben habe.

§. 303.

Aus der Meßkunst ist bekannt, je kleiner der Winkel *ceb* Fig. 41. ist, d. i. je schiefer die Bewegung gegen den Körper *m k* gehet, desto kleiner auch die Linie *cb* oder *de*, gegen die Linie *ce* seyn muß, (dieses kann aus der Gegeneinanderhaltung der Fig. 38. und 41. ersehen werden). Da nun die Linie *de* die Geschwindigkeit anzeiget, womit das Wirken geschiehet; so folgt, obgleich die Geschwindigkeit, welche durch die Linie *ce* ausgedrückt wird, und womit sich der anstoßende Körper schräge gegen die Fläche eines andern bewegt, einerley bleibet, daß doch die Geschwindigkeit, womit das Wirken geschiehet, sehr verschieden seyn könne, je nachdem der Winkel *ceb*, welcher der Anschlagewinkel (angulus incidentiae) genennet wird, groß oder klein ist.

§. 304.

Da vorhin §. 298. ist erwiesen worden, daß auf einer Kugelfläche keine andere gerade Linie senkrecht stehen könne, als diejenige, welche durch den Mittelpunct gezogen werden kann, und alles Wirken der Körper in einander nach einer senkrechten Linie geschehen muß (§. 298); so folgt, wenn Fig. 41. der Körper A eine andere Kugel, deren Oberfläche durch *n g p* ausgedruckt ist,

in g anstößet, daß die angestoßene Kugel allemal, wenn sie nach dem Stoße bewegt wird, in der Linie bewegt werden müsse, welche von dem Berührungspuncte g aus, nach dem Mittelpuncte o der angestoßenen Kugel gezogen werden kann, also hier in der Linie g o. Es ist also gleich viel, in welcher Linie die Kugel A vor dem Stoße bewegt wird; genug, die angestoßene Kugel muß, so oft sie in g angestoßen wird, in einerley Linie, d. i. hier allemal in der Linie g o bewegt werden. Weil ferner bewiesen worden ist, daß der Durchmesser, oder auch der halbe Durchmesser einer Kugel, eine in dem Berührungspuncte berührende Fläche, in dem Berührungspuncte senkrecht durchschneide, oder doch wenigstens auf derselben senkrecht stehe; so gedenket man sich beym schiefen Anstoße einer Kugel an eine andere allezeit eine Berührungsfläche, welche hier durch die Linie *m k* ausgedrückt ist. Dieses hat den Nutzen, daß man die mitwirkende Kraft bey der zusammengesetzten Bewegung, welche als die eine Seite *cd* oder *be* des rechtwinklichten Parallelogramms mit der Berührungsfläche parallel gehen muß (§. 277), desto bequemer finden kann.

§. 305.

Bisher haben wir die schiefen Bewegungen gegen die Flächen anderer Körper zergliedert; und sie in ihre zugleich wirkenden einfachen Drucke aufgelöset. Wir haben auch dabey gese-

hen,

hen, nach welcher Richtung nicht nur das Wirken, sondern auch der Erfolg, nämlich die Bewegung des angestoßenen Körpers gehen müsse. Jetzt haben wir noch zu erwegen übrig, was in Ansehung des anstoßenden Körpers nach dem Stoße erfolgen müsse: und dieses wird aus folgenden Gründen leicht einzusehen seyn, die meistentheils in dem nächst vorhergehenden, und auch in dem gegenwärtigen Hauptstücke schon sind abgehandelt worden. Wir wissen z. B. die Wirckung des Körpers A Fig. 38, welcher in der Linie *c e* bewegt wird, ist eben dieselbe, als wenn eben der Körper in der Linie *d e* gegen den Punct *g* wäre bewegt worden. Es kann also durch die Linie *de* so wohl die Richtung, als die Geschwindigkeit ausgedrückt werden. Gesetzt, der Körper *m k* wäre unbeweglich in Ansehung des Stoßes, den A gegen *g* thäte; so müßte nach dem §. 261. der Körper A in der nämlichen Linie *e d* und mit der nämlichen Geschwindigkeit wieder zurück springen. Gesetzt, der Körper, an welchen der Anstoß geschähe, wäre eine Kugel von größerer Masse, als der Körper A; so müßte nach dem Stoße der Körper A zwar nach der Richtung wiederum zurück kehren, in welcher er angekommen war; aber mit kleinerer Geschwindigkeit, als er vor dem Stoße hatte, der angestoßene Körper aber bekommt eine Bewegung nach der Richtung des Anstoßes, jedoch mit kleinerer Geschwindigkeit, als der anstoßende Körper vor dem

Stoße hatte (§. 215. 216. 217.). Wäre der angestoßene Körper an Masse dem anstoßenden gleich; so würde dieser nach dem Stoße ruhen, jener aber mit der Geschwindigkeit, womit er angestoßen wurde, nach der Richtung des Anstoßes bewegt werden (§. 212). Endlich wenn die angestoßene Masse kleiner wäre, als die anstoßende: so würden nach dem Stoße beyde nach der Richtung des anstoßenden fortlaufen; der anstoßende würde aber eine kleinere Geschwindigkeit haben, als er vor dem Stoße hatte: hingegen würde des angestoßenen Geschwindigkeit nach dem Stoße größer seyn, als die Geschwindigkeit des anstoßenden vor dem Stoße war (§. 213. 214).

§. 306.

Wir wissen aus dem §. 210. wie wir aus den gegebenen Größen der Massen und Geschwindigkeiten vor dem Stoße diese vier im vorigen §. gegebenen Fälle berechnen sollen, um die Geschwindigkeiten und Richtungen, womit nach dem Anstoße die Bewegungen geschehen, zu finden. Wenn wir nun erwägen, daß bey den schiefen Bewegungen eines Körpers gegen die Fläche des andern, wenn wir diese Bewegungen in ihre wirkenden Kräfte zergliedern, die eine Kraft, welche senkrecht gehet, nur allein in den andern Körper wirket, die andere aber nur mit der Fläche des angestoßenen Körpers parallel gehet; so kann auch in dieser mit-

mitwirkenden Kraft, die mit der Fläche des andern Körpers parallel gehet, und welcher nichts im Wege ist, keine Veränderung vor sich gehen: sie muß also unverändert fortwirken, d. i. nach der nämlichen Richtung und mit der nämlichen Geschwindigkeit, welche sie zuvor hatte. Da nun aber in Ansehung der andern mitwirkenden Kraft bey dem anstoßenden Körper, durch den Anstoß eine Veränderung vor sich gehet, bey der einen aber keine Veränderung vor sich gehet; so muß nach dem Stoße die Bewegung des anstoßenden Körpers wiederum aus zween zugleich wirkenden Kräften getrieben bestimmt werden, nämlich aus der Kraft, welche durch den Anstoß erfolget, und aus der, welche mit der Fläche des angestoßenen Körpers parallel gehet zugleich. Diese beyden Kräfte können aber nach den Umständen nicht anders, als unter einem rechten Winkel wirken.

§. 307.

Da nun die Größe der Wirkung der Kraft nach dem Anstoße, aus der Beschaffenheit der Umstände, nach dem §. 210, in allen Fällen kann gefunden werden, und die Größe der Wirkung der mit der angestoßenen Fläche parallel gehenden Kraft aus der Bewegung vor dem Stoße schon bekannt ist; auch diese Kräfte beständig unter einem rechten Winkel wirken: so folgt, daß die Bewegung des anstoßenden Körpers nach dem Stoße, als eine zusammen-

gesetzte Bewegung gefunden werden müsse, davon die eine Kraft in der Parallellinie mit der Fläche des angestoßenen Körpers wirket; die andere Kraft aber in der Linie, in welcher der Stoß geschiehet. Es muß also nach dem Anstoße der anstoßende Körper wiederum in einer Uebereckslinie eines rechtwinklichten Parallelogramms bewegt werden, dessen eine Seite sowohl der Richtung, als der Größe nach durch die Rechnung nach dem §. 210. gefunden wird; die andere Seite aber in Ansehung der Richtung und der Größe der mit der Berührungsfläche parallel gehenden Kraft *c d* oder *b e* vor dem Stoße gleich ist.

§. 308.

Wenn also der Körper A Fig. 42. in der Linie *c e* schief gegen eine Fläche eines unbeweglichen harten Körpers *m k* anliefe; so müssen wir diese Bewegung ansehen, als geschähe sie in der Uebereckslinie *c e* des Parallelogramms *cbed:* also geschähe die Wirkung gegen den Körper *m k* in der Linie *de* (§. 301). Nun ist der Körper *m k* als unbeweglich angenommen worden: daher müßte der Körper A nach dem §. 210. und 261. in eben dem Wege und mit eben der Geschwindigkeit wieder zurück springen, mit welcher er den Stoß verrichtet hatte. Dieses kann also durch die Linie *e d* ausgedrückt werden. Weil aber der zugleich mitwirkenden Kraft *c d* oder *b e* nichts im Wege ist,

und

und also keine Veränderung in derselben vorgehen kann; so bleibt ihre Richtung und Geschwindigkeit wie zuvor; daher muß diese durch die Linie *e x* ausgedrückt werden, denn sie ist in Ansehung der Richtung und der Geschwindigkeit der Linie *b e* oder *c d* gleich, welche vor dem Stoße die Richtung dieser jetzt unveränderten Kraft anzeigten. Wir haben also zwo Seiten eines rechtwinklichten Parallelogramms, die durch ihre Lage die Richtungen, und durch ihre Größen die Größen der Geschwindigkeiten der Kräfte anzeigen, welche nach dem Stoße in den Körper A wirksam seyn können und müssen. Der Körper A muß also nach dem Stoße die Uebereckslinie eines Parallelogramms durchlaufen, welches aus den gegebenen Linien *e d* und *e x*, und dem Winkel *dex* gezeichnet werden kann, und dieses ist unter den hier angegebenen Umständen die Uebereckslinie *e y*. So wie nun vorher der Winkel *c e b*, in welchem der Mittelpunct des Körpers A vor dem Anstoße, gegen die Berührungsfläche bewegt wurde, der Anschlage-Winkel oder der Einfall-Winkel (angulus incidentiae) genennet wurde; so wird hier der Winkel *y e x*, in welchem nach dem Stoße der Mittelpunct des Körpers A von der Berührungsfläche hinweg bewegt wird, der Abspringe- oder der Abprall-Winkel (angulus reflectionis) genennet. In diesem Falle, wo eine Kugel gegen einen unbeweglichen Körper bewegt wird, ist der Abspring-Winkel allemal

mal dem Anschlage-Winkel gleich. Man hüte sich aber, daß man ja nicht behaupte, der Anschlage- und Abspringe-Winkel wären bey jedem schiefen Anstoße eines Körpers an die Fläche des andern einander gleich: denn wir haben eine alte Regel, die also heisset: (minima circumstantia variat rem) der geringste neue Umstand verändert eine Sache. Dieses werden wir gleich im folgenden sehen.

§. 309.

Gesetzt, der Körper A Fig. 43, dessen Mittelpunct in der Linie *c e* bewegt würde, stieße an eine andere ruhende Kugel H in einem flüssigen Wesen, die Masse der Kugel H verhalte sich zu der Masse der Kugel A, wie 3: 1; so können und müssen wir den Anstoß des Körpers A betrachten, als geschähe er in der Linie *d e*. Wir wollen setzen, die Geschwindigkeit, welche durch die Linie *de* ausgedrückt würde, wäre = 8; so ist aus dem §. 217. bekannt, daß der Körper A mit der Geschwindigkeit = 4 nach dem Stoße zurückspringen müßte, und daß der Körper H nach dem Stoße auch mit der Geschwindigkeit = 4 in der Richtung *g z* laufen müßte. Da wir nun die Geschwindigkeit des Körpers A vor dem Stoße = 8 durch die Linie *d e* ausgedruckt hatten; so müssen wir diejenige Geschwindigkeit, mit welcher sich eben der Körper A nach dem Stoße rückwärts bewegen muß, und welche = 4 ist, durch die Linie

e v aus-

e v ausdrücken. Denn die Linie *e v* verhält sich zu *d e*, wie 4 zu 8, und drückt also das gehörige Verhältniß aus. Da nun die Linie *c e* als die Uebereckslinie des Paralle:ogramms *c b e d* angesehen werden muß, und dem Drucke *c d* = *b e* unter diesen Umständen keine Hinderniß im Wege ist; so muß dieser Druck *b e* in der Folge der Zeit noch eben so, wie vorhin, fort wirken, d. i. der Körper A sollte nach dem Stoße in eben so viel Zeit, als er vor dem Stoße zur Bewegung gebraucht hat, in der Linie *e x* bewegt werden, wenn nämlich der Druck *c d* oder *b e* allein wirkte. Es sind also unter den Umständen, nach dem Stoße, in dem Körper A zwo Kräfte wirksam, wovon die eine durch die Linie *e v*, und die andere durch die Linie *e x*, so wohl in Ansehung der Richtung, als der Geschwindigkeit ausgedrückt werden muß: folglich muß der Mittelpunct des Körpers A die Uebereckslinie *e y* des Parallelogramms *e v y x* durchlaufen. Hier ist der Abschlagewinkel *y e x* kleiner als der Anschlagewinkel *c e b*: also ist er nicht immer demselben gleich.

§. 310.

Setzen wir, der Körper A Fig. 44, dessen Mittelpunct in der Linie *c e* bewegt würde, stieße in *g* an eine andere Kugel H, die gleiche Masse mit ihm hätte; so geschähe der Anstoß eigentlich nach der Linie *d e*, durch welche Linie auch zugleich die Geschwindigkeit, womit der Stoß

geschie-

geschiehet, ausgedrückt würde. Es mag diese Geschwindigkeit, womit der Stoß hier geschiehet, so groß seyn, als sie wolle; so ist aus dem §. 212. und 269. bekannt, daß der Körper A, weil er mit dem angestoßenen Körper H gleiche Masse hat, vermöge des Drucks von *d* nach *e* ruhen müsse, und daß der Körper H nach dem Stoße in der Linie *g z* mit der Geschwindigkeit, womit der Stoß geschiehet, bewegt werden müsse. Nun ist aber in dem Körper A die Kraft von *b* nach *e*, der unter den Umständen keine Hinderniß im Wege ist, noch wirksam. Da nun durch den Anstoß an den in Ansehung der Masse gleich großen Körper H, die Bewegung des Körpers A, welche durch den Druck *de* angezeigt wurde, gänzlich aufgehoben ist; so ist der Druck von *b* nach *e* nur allein noch wirksam. Hiervon ist aber die Wirkung diese, daß der Mittelpunct des Körpers A in eben so viel Zeit, in welcher er die Linie *c e* durchlaufen hatte, die Linie *e x* durchlaufen muß. Wenn wir hier die Umstände recht betrachten; so sehen wir, daß hier eigentlich gar kein Abprallwinkel ist: denn die Linie *e x* gehet mit der Berührungsfläche *m k* parallel, und ich habe mein Tage noch nicht gehöret, daß Parallellinien einen Winkel machten.

§. 311.

Wäre der Körper A Fig. 45, dessen Mittelpunct die Linie *c e* durchliefe, von Masse grösser, als der Körper H, den er in *g* anstöße; so können

können wir nach dem §. 210. aus der Linie *d e*, die die Richtung und Geschwindigkeit der anstoßenden Kraft ausdrücket, finden, daß der Körper A nach dem Anstoße noch eine Bewegung nach der Richtung der Linie *d e* haben müsse; und wir können leicht aus dem Verhältniße der Massen die Größe der Geschwindigkeit dieser Bewegung des Körpers A nach dem Stoße bestimmen. Gesetzt, die Masse des Körpers A verhielte sich zu der Masse des Körpers H, wie 12 : 4, oder, welches gleich viel ist, wie 3 : 1; und die Geschwindigkeit, die durch die Linie *d e* ausgedruckt ist, wäre = 8: so wissen wir aus dem §. 214, daß die Geschwindigkeit des Körpers A nach dem Stoße noch = 4 seyn, und nach der nämlichen Richtung *d e* gehen müsse, nicht minder daß die Geschwindigkeit des Körpers H in der Linie *g z* = 12 seyn müsse. Wir können also bequem die Größe des Drucks, welche dem Körper A nach dem Stoße noch übrig bleibt, in diesem Falle durch die Linie *e v* ausdrücken. Da nun unter den Umständen die Kraft von *b* nach *e* in unveränderter Wirksamkeit bleibt; und vermöge derselben der Mittelpunct des Körpers A in eben so viel Zeit, als er die Linie *c e* durchlaufen hat, die Linie *e x* durchlaufen sollte: so wird nach dem Stoße der Körper A von zwo Kräften zugleich getrieben, deren Größen der Geschwindigkeiten, und deren Richtungen durch die Linien *e v* und *e x* ausgedrückt worden. Also muß der Mittelpunct des

Kör-

Körpers A die Uebereckslinie *e y* des Parallelogramms *e v y x* durchlaufen. Hier ist zwar nach dem Anstoße ein Winckel, den die Bewegung des Mittelpunctes des Körpers A gemacht hat: allein ich kann ihn in Ansehung der Berührungsfläche *m k* nicht den Abprall-Winkel nennen, weil die Linie *m k* von der Linie *e y* durchschnitten wird.

§. 312.

Aus diesen vier Paragraphen ist zu ersehen, daß, obgleich einerley Körper unter einerley Größe des Anschlagewinkels und mit einerley Geschwindigkeit gegen die Flächen anderer ruhenden Körper schief bewegt wird, und den andern anstößet, die Richtung, nach welcher der anstoßende Körper nach dem Stoße bewegt werden müsse, sehr verschieden seyn könne, je nachdem die Masse des angestoßenen Körpers ein verschiedenes Verhältniß zu der Masse des anstoßenden hat. Wir können folgende allgemeine Regeln festsetzen. Wenn der angestoßene Körper unbeweglich wäre; so müßte der Abprallewinkel allezeit dem Anschlagewinkel gleich seyn. Wäre die Masse des angestoßenen Körpers größer, als die Masse des anstoßenden; so müßte der Abprallwinkel allezeit kleiner seyn, als der Anschlagewinkel, und dieses also, daß, je größer die angestoßene Masse gegen die anstoßende ist, je näher der Abprallewinkel dem Anschlagewinkel kömmt: doch kann er in diesem

Falle

Falle niemals demselben gleich werden. Wenn beyde Massen der aneinander stoßenden Körper gleich sind; so muß der anstoßende Körper nach dem Stoße allemal mit der Berührungsfläche parallel gehen. Wenn aber der anstoßende Körper den angestoßenen an der Masse übertrift; so muß nach dem Stoße der anstoßende Körper in einer Linie bewegt werden, welche die Berührungsfläche unter einem spitzigen Winkel durchschneidet. Dieser Winkel wird mehr oder weniger spitzig, in der umgekehrten Verhältniß, in welcher die anstoßende Masse die angestoßene an Größe übertrift.

§. 313.

Was den angestoßenen Körper betrift, so muß derselbe, wenn er beweglich ist, allemal in der Linie bewegt werden, nach welcher der Stoß geschiehet, das ist, in derjenigen Linie, welche von dem Berührungspuncte durch den Mittelpunct der angestoßenen Kugel gezogen werden kann. Die Geschwindigkeit, womit die Bewegung der angestoßenen Kugel geschehen muß, kann aus der bekannten Geschwindigkeit, womit der Stoß geschiehet, und aus dem Verhältniße der Massen nach dem §. 210. n. 5. gefunden werden. Wenn wir nun die Umstände genau erwägen, und auf die Richtungen sehen wollen, nach welchen, nach dem Stoße, die Mittelpuncte beyder Kugeln bewegt werden müssen; so werden wir finden, daß in den Fällen, wo eine

kleine Masse eine große anstößet, der Winkel, in welchem sie von einander abspringen, oder vielmehr in welchem sie sich von einander entfernen, allemal ein stumpfer Winkel seyn müsse; wie z. B. Fig. 43. der Winkel *y e z* zeiget; in dem Falle aber, wo die Massen gleich sind, allemal ein rechter Winkel seyn müße, dieses zeigt der Winkel *x e z* Fig. 44; und endlich in den Fällen, wo die große Masse die kleine anstößet, der Winkel, in welchen beyde Mittelpuncte von einander sich wegbegeben, ein spitziger Winkel seyn müsse: welches aus dem Winkel *y e z* der Fig. 45. zu ersehen ist.

§. 314.

Will man also, aus der gegebenen schiefen Bewegung einer Kugel gegen die Fläche einer andern, und aus dem Verhältniße der Massen derselben bestimmen, nach welcher Richtung, und mit welcher Geschwindigkeit sich eine jede Kugel nach dem Stoße bewegen werde: so ziehe man

1) eine Linie, die durch die Mittelpuncte beyder Kugeln gehet, und also senkrecht den Berührungspunct und die Berührungsfläche durchschneidet. Diese Linie ist in den Figuren 43, 44, und 45, durch *z g e d* ausgedrückt worden;

2) ziehe man die Linie *m k*; welche die Berührungsfläche vorstellet;

3) ziehe

3) ziehe man eine Linie durch den Mittelpunct *e* des anstoßenden Körpers mit der Berührungsfläche *m k* parallel;

4) ziehe man aus dem Mittelpuncte *c* des anstoßenden Körpers, da, wo er vor der schiefen Bewegung in Ruhe ist, eine senkrechte Linie auf die Linie *z d*, die durch *c d* ausgedrückt ist.

5) Gleichermaaßen ziehe man aus dem Puncte *c* eine senkrechte Linie *c b* auf diejenige Linie, welche durch den Punct *e* mit der Berührungsfläche parallel gehet.

So bestimmet *e d* den Punct *d*, und *c b* den Punct *b*. Haben wir diese Puncte bestimmt; so wissen wir aus dem §. 301, die Linie *d e* = *c b* zeiget durch ihre Größe die Geschwindigkeit, und durch ihre Richtung oder Lage die Richtung an, mit und nach welcher der Anstoß der Kugel A gegen die andere H geschiehet.

Mit dieser jetzt bekannten Geschwindigkeit, welche durch *d e* ausgedrückt ist, wird

6) nach dem §. 210. n. 1. die Masse des Körpers A multipliciret; so bekömmt man die Größe der anstoßenden Kraft. Aus dieser kann man nach den n. 2, 3, 4, und 5 des §. 210. finden, mit was für Geschwindigkeit jede der gegebenen Massen nach dem Stoße bewegt werden müßte, wenn die Kraft von *d* nach *e* allein

wirkte. Bekömmt man nun für den Körper A eine negative Geschwindigkeit §. 210, 215, 216, 217; so muß

7) diese Verhältnißmäßig von *e* nach *d* zu Fig. 43. durch *e v* ausgedrückt werden. Bleibt die durch die Rechnung gefundene Geschwindigkeit des Körpers A nach dem Stoße noch positiv (§. 210, 213, 214); so wird sie Verhältnißmäßig in der Linie *e z* durch *e v* Fig. 45 ausgedrückt. In dem Falle aber, wo durch die Rechnung die Geschwindigkeit des Körpers A nach dem Stoße = o gefunden wird, kann sie auch nachher gar nicht in Erwägung gezogen werden. Da nun

8) der Druck *b e*, welcher in Ansehung der schiefen Bewegung als ein mitwirkender angesehen werden mußte, in allen diesen Fällen unverändert bleibet; und dieser Druck so wohl in Ansehung der Geschwindigkeit, als in Ansehung der Richtung nach dem Stoße, durch die Linie *e x* = *b e* Fig. 42, 43, 44, und 45, ausgedrückt werden muß; so wird

9) in dem Falle, wo nach dem Stoße durch die Rechnung die Geschwindigkeit des Körpers A = o gefunden wurde, die Linie *e x* Fig. 44 allein hinreichend seyn, die Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung des Körpers A nach dem Stoße auszudrücken.

cken. In den Fällen aber, wo wir durch die Rechnung für den Körper A noch eine Geschwindigkeit nach dem Stoße finden, (sie mag positiv oder negativ seyn,) wird aus den Linien *e x* und *e v* Fig. 43 und 45 ein Parallelogramm beschrieben. Die Uebereckslinie desselben *e y* drücket alsdenn die Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung des Körpers A nach dem Stoße aus.

10) Die Bewegung des Körpers H gehet allemal in der Linie *g z*: mit was für Geschwindigkeit aber, das wird aus der gegebenen Linie *d e* und dem Verhältniße der Massen nach dem §. 210. n. 5. durch die Rechnung gefunden.

§. 315.

In diesem Hauptstücke habe ich abermal eine Menge Sätze vorgetragen, die viele für unrichtig halten werden, weil dieselben selten dem Ansehen nach in der Erfahrung so befunden werden; besonders was die Winkel anbetrift, in welchen sich die Kugeln nach dem Stoße von einander entfernen. Allein man wird mir doch nicht absprechen können, daß diese Sätze richtige Folgen aus meinen vorausgesetzten Gründen sind. Das Billardspiel ist dasjenige, wobey dergleichen Fälle sehr oft vorkommen: es mischen sich aber bey demselben sehr viele Nebenumstände mit ein. Da nun der geringste andere Um-

stand eine Sache schon verändert; so ist es kein Wunder, wenn da die Erfolge sich anders zeigen, als wie sie nach der Theorie unter den hier von mir angegebenen Umständen seyn sollten. Am gehörigen Orte werde ich auch zeigen, welche Umstände die beym Billard vorkommenden Erscheinungen bewirken. Ich werde auch bald die Versuche unter diesen gehörigen Umständen beschreiben, welche die hier in diesem Hauptstücke vorgetragenen Sätze aufs genauste bestätigen: nur kann dieses nicht geschehen, bevor noch einige Abhandlungen, die zur richtigen Beurtheilung der Versuche nothwendig sind, voraus geschickt worden.

Noch etwas muß ich erinnern. Nur so weit als ich bisher von der Bewegung gehandelt habe, pflegen gemeiniglich die Naturlehrer in ihren Schriften von der Bewegung zu gehen; allein es ist dieses noch lange nicht hinreichend, alle Begebenheiten in der Natur daraus zu erklären und einzusehen, zumal wenn man die Sache nicht auf diese Art behandelt, wie ich es hier gethan habe, und allezeit die Umstände, unter welchen ein bestimmter Erfolg möglich ist, aufs genauste mit angiebt. Denn so bald ich den Umstand weg lasse, daß alle Bewegungen und Größen der Wirkungen durch ein äußerliches zartes flüßiges Wesen bestimmet werden, so bald sind die Erklärungen natürlicher Begebenheiten vielen Einwürfen ausgesetzt, die man

nicht

nicht zu beantworten im Stande ist. Zum Beyspiel will ich nur dieses einzige anführen. Wenn ich mir den Druck eines Körpers, wodurch eine Bewegung entstehet und unterhalten wird, auf solche Art gedenke, wie mein seel. Vater es nach Newtonischen Begriffen auch mit vorgetragen hat, nämlich wenn ich den Druck zur Bewegung als ein aufgehobenes Gleichgewicht innerlicher Drucke eines Körpers ansehe, so bald ist es unbegreiflich, wie ein Körper, der während einer Bewegung von einem Orte zum andern, zugleich, auch nur ganz langsam, um seine Axe sich drehet, in einer geraden Linie bewegt werden könne, welches doch die tägliche Erfahrung lehret: denn alsdenn müßte derselbe, bey jeder veränderten Lage seiner Theile, nach einer andern Gegend bewegt werden. Die Erfahrung ist also meiner Erklärungsart mehr beystimmig, wenn ich die Drucke als bloße äußerliche Bestimmungen der Körper ansehe. Wir wollen daher auf dem angefangenen Wege unsere Speculation noch etwas weiter treiben, und sehen, was für Umstände sich bey Körpern ereignen müssen, wenn das flüßige Wesen, worinnen sie enthalten sind, gewisse Bewegungen macht. Hierzu wird das folgende Hauptstück dienen.

Das sechste Hauptstück.

Von den Erscheinungen, welche die Körper, durch die Bewegung eines flüßigen Wesens getrieben, unter verschiedenen Umständen, zeigen müssen.

§. 316.

Man gedenke sich, es bewege sich ein zartes flüssiges Wesen mit gleichförmiger Geschwindigkeit von *y* nach *z* (Fig. 46), und es wären in diesem flüßigen Wesen andere Körper, aus Kugeln oder Theilen zusammengesetzt, enthalten; so mögten diese Körper in Ansehung der Zusammensetzung oder in Ansehung der Massen und äußerlichen Figur und Größe noch so sehr verschieden seyn, wie z. B. Q. R. S. T. A. zeigen, und sie würden dennoch alle mit der gleichförmigen Geschwindigkeit, welche der angenommene Strom des flüßigen Wesens hätte, nach der Richtung des Stroms mit fortgerissen werden: es würde also auch ein jeder dieser Körper, so wohl an sich, als in Absicht auf die Lage gegen andere, die zugleich mit fortgetrieben würden, unverändert bleiben, d. i. die Bewegungen würden in Parallellinien geschehen. Dieses ist aus dem Grunde einzusehen, weil alle Theile dieser Körper auf gleiche Art, mit gleicher Geschwindigkeit,

digkeit, und nach einerley Richtung von den Theilen des flüßigen Wesens angestoßen und fortgetrieben würden.

§. 317.

Gesetzt, ein Mensch könnte in dem Strome dieses flüßigen Wesens befindlich seyn, doch also, daß er festen Fuß hätte; so würde derselbe, wenn er diese von dem Strom des flüßigen Wesens getriebenen Körper aufhalten wollte, von jedem Körper einen beständig anhaltenden Druck empfinden, und zwar nach der Richtung des Stroms. Dieser Druck würde bey einem Körper, der viel Masse hätte, groß, und bey einem andern, der weniger Masse hätte, geringer seyn. Kurz, diese Drucke, welche man beym Aufhalten der Körper empfinden würde, müßten mit der Masse der Körper das genaueste Verhältniß haben, weil die verschiedenen Massen mit einerley Geschwindigkeit getrieben würden (§. 173). Es würde die Größe der Drucke bey einerley Körper unter den hier angegebenen Umständen die nämliche seyn, ob ich einen Körper aufhielte, der schon eine Weile wäre getrieben worden, oder der erst anfinge durch den Strom des flüßigen Wesens getrieben zu werden. So bald ich aber diese Körper, welche ich gehalten hätte, nicht mehr hielte, würden sie sogleich, ein jeder nach der Richtung des Stroms, und mit der Geschwindigkeit, welche sie vor dem Aufhalten gehabt hätten, wiederum ihres Thuns fort bewegt werden.

§. 318.

Gesetzt, ein Körper, welcher so wie A Fig. 46. gestaltet wäre, und auch diese Lage in Ansehung der Richtung des Stroms hätte, würde in einem Puncte *c* unterstützt, so daß dieser Punct nicht weichen könnte; so würde der unaufhörliche Strom des flüßigen Wesens von *y* nach *z* bewirken, daß die Theile des Körpers A, welche in *g* sind, den Zirkelbogen *g h*, die in *i* den Bogen *i k*, die in *l* den Bogen *l m*, die in *n* den Bogen *n o*, alle in gleicher Zeit durchlaufen müßten. Es würden daher die Theile bey *g* eine größere Geschwindigkeit haben, als die in *n*, und überhaupt würde die Geschwindigkeit der Theile bey dieser Bewegung, in dem Verhältniße zunehmen, wie die Entfernungen der Theile des Körpers A von dem unterstützten Puncte *c* zunähmen. Dieses ist aus geometrischen Gründen leicht zu beweisen. Ueberdieses würde auch diese Bewegung der Theile im Ganzen betrachtet, eine Bewegung mit ungleichförmig ordentlich wachsender Geschwindigkeit (§. 51:68:69) seyn müssen, weil bey jeder durch die Bewegung veränderten Lage der Theile in Absicht auf den Punct *c* und der Richtung des Stroms des flüßigen Wesens der Widerstand, welchen die Unterstützung in dem Puncte *c* verursachet, immer geringer wird. Der Beweis hiervon ist theils schon aus dem vorhergehenden, und besonders aus dem §. 282. zu ersehen; theils werde ich ihn bey anderer Gelegenheit weitläuftiger aus-

ausführen. Der Körper A würde also in der Folge von dem Unterstützungspuncte abglitschen, und nach der Richtung des Stroms mit der Geschwindigkeit desselben fortgerissen werden. Wir wollen jetzt nicht untersuchen, ob sich der Körper A noch eine Weile während der folgenden Bewegung, um einen innerhalb ihm befindlichen Punct, wälzen würde, oder nicht; ich glaube, er würde sich wenigstens noch eine Weile um seinen Mittelpunct der Drucke, dessen ich in der Not. des §. 168. gedacht habe, wälzen.

§. 319.

Gesetzt, der Körper A Fig. 47. den wir uns ebenfals in dem Strome des flüßigen Wesens von *y* nach *z* befindlich gedenken wollen, ob er gleich auf der Kupfertafel, Bequemlichkeit halber, nicht darinnen gezeichnet ist, würde in einem andern Puncte *c*, der nicht weit von dem Mittelpuncte des Körpers A befindlich wäre, unterstützt; so würden, indem die Theile zwischen *c* und *g* durch den Strom des flüßigen Wesens getrieben, die Zirkelbogen, welche mit *g h* parallel giengen, durchliefen, diejenigen Theile des Körpers A, welche zwischen *c p* befindlich sind, in der nämlichen Zeit solche Zirkelbogen durchlaufen müssen, die mit *p x* parallel gehen. Diese Theile, welche also zwischen *c p* liegen, gehen dem Strome des flüßigen Wesens *y z* entgegen. Da nun der Körper A, in so fern seine Theile zu-

sammen hangen, als ein Ganzes betrachtet werden kann und muß, und in so fern wir diesen Körper in einem Strome eines zarten flüßigen Wesens, wodurch er fortgetrieben werden sollte, in einem Puncte *c*, der nicht weit von dem Mittelpuncte des Körpers A befindlich ist, unterstützen, solche Umstände vorkommen, daß, wenn die Theile des Körpers, die auf der einen Seite des unterstützten Punctes sind, mit dem Strome des flüßigen Wesens zugleich nach einerley Richtung bewegt werden, die Theile, welche auf der andern Seite des unterstützten Punctes befindlich sind, zu gleicher Zeit eine Bewegung machen müßten, die der Richtung des Stroms des flüßigen Wesens, worinnen der Körper A enthalten ist, entgegen gehet; so sehen wir, daß die Unterstützung eines Punctes bey einem Körper, der unter den beschriebenen Umständen ist, ein Mittel ist, wodurch wir bewirken können, daß Drucke, die aus einer Bewegung eines flüssigen Wesens nach einerley Richtungen in einem Körper erfolgen, bey eben demselben Körper, an dessen Theile das flüßige Wesen anstösset, in entgegengesetzter Richtung zu wirken bestimmet werden können.

§. 320.

Nun ist aus dem §. 132. bekannt, daß Drucke, die nach entgegengesetzten Richtungen in einerley Körper wirken, wenn sie ungleich sind, die Geschwindigkeit, womit die Bewegung erfolgen

folgen würde, vermindern, so, daß dieselbe alsdenn nur dem Unterschiede beyder Drucke gleich ist; wenn aber die entgegengesetzten Drucke einander gleich sind, daß aus ihrem Wirken in einander Ruhe erfolget. Es fragt sich nun, wie können wir die Größen der Drucke des Stroms des flüßigen Wesens finden, die in Ansehung dessen, daß sie in die Theile des Körpers A, der in einem Puncte c unterstützt ist, wirken, anzusehen sind, als drückten sie nach entgegengesetzten Richtungen? (§. 319). Ob wir gleich aus dem dritten und vierten Hauptstücke wissen, daß die Größe einer wirkenden Kraft in einem flüßigen Wesen, nach dem Producte aus der Masse in die Geschwindigkeit bestimmt werden müsse; so ist doch hier der besondere Umstand, daß in diesem Falle, wo ein solcher Körper, wie A Fig. 47. vorstellet, von den Theilen desselben bey jeder verschiedenen Entfernung von dem Unterstützungspuncte eine andere Geschwindigkeit gegen den Strom des flüßigen Wesens ausgeübt wird (§. 318). Wir müßten also in der Berechnung nicht nur die Geschwindigkeit der Theile bey jeder Entfernung von dem Unterstützungspuncte besonders in Erwägung ziehen, sondern auch jede Anzahl Theile, die in jeder Entfernung von dem unterstützten Puncte befindlich wäre, besonders bestimmen: so könnten wir hernach, mit Hülfe der bekannten Geschwindigkeit des Stroms, die Größe der Summe aller Drucke, die auf jeden Theil des Körpers

pers A neben dem Unterstützungspuncte geschähe, bestimmen, und aus dem Verhältniße des Drucks auf der einen Seite des unterstützten Punctes zu der Größe des Drucks, der auf der andern Seite wirkte, finden,

1) ob Ruhe oder Bewegung erfolgen müßte;
2) wenn Bewegung erfolgt, nach welcher Richtung sie erfolgen würde: das ist hier, welche Seite dem Strome entgegen gehen müßte. Und
3) mit was für Geschwindigkeit die Bewegung erfolgen könne.

Ich muß gestehen, so ein großer Freund ich von Berechnungen bin, so mögte ich doch diese Berechnung, der Schwürigkeiten halber, niemals unternehmen. Wir müssen also einen andern Weg suchen, die Größen dieser entgegengesetzten Drucke zu bestimmen.

§. 321.

So viel lässet sich wohl noch einsehen, weil der Mittelpunct der Drucke in einen Körper (§. 168 Not.), wenn wir recht genau gehen wollen, auch der Mittelpunct der ganzen Masse ist, daß alsdenn, wenn der Unterstützungspunct in dem Mittelpuncte der Drucke wäre, auch die entgegengesetzten Drucke des Stroms des flüßigen Wesens einander gleich seyn müßten, und also aus ihnen Ruhe erfolgen würde. So lässet sich eben auch leicht einsehen, wenn der

Unter-

Unterstützungspunct dem Mitelpuncte der Drucke zur Seite wäre, daß alsdenn der größere Druck des Stroms auf derjenigen Seite des Unterstützungspunctes seyn müßte, auf welcher, in Ansehung desselben, der Mittelpunct der Drucke befindlich wäre: daß also diese Seite des Körpers, auf welcher der Mittelpunct der Drucke neben dem Unterstützungspuncte befindlich wäre, nicht nur der Richtung des Stroms folgen müsse, sondern daß diese Bewegung mit desto größerer Geschwindigkeit geschehen müsse, je weiter der Mittelpunct von dem Unterstützungspuncte entfernet wäre. Aber es mögte bey einem Körper, dessen Theile nicht aufs genauste einerley Verbindungsart unter sich hätten, oder bey welchem auch nur die äußerliche Gestalt etwas unregelmäßig wäre, eben so schwer seyn, den Mittelpunct der Drucke a priori zu bestimmen, als jene im vorigen Paragraphen angegebene Berechnung anzustellen. Es muß daher die Sache auf eine andere Art angegriffen werden.

§. 322.

Wenn die Masse des Körpers gleichartig wäre, d. i. wenn die Theile des Körpers durchgängig einerley Verbindung hätten, und überdem die äußerliche Gestalt des Körpers regelmäßig wäre, d. i. wenn der Körper A entweder ein Cylinder oder ein Prisma wäre; so könnte man den Mittelpunct der Größe, welcher alsdenn

auch

auch der Mittelpunct der Drucke seyn würde, leicht finden. Geschähe nun die Unterstützung in dem Mittelpuncte des Körpers selbst; so wären beständig auf der einen Seite des Unterstützungspunctes so viel Theile, als auf der andern Seite. Die Lage des Körpers mögte auch in Ansehung der Richtung des Stroms noch so verschieden seyn; so würde, da in gleichen Entfernungen von dem Mittelpuncte immer gleichviel Theile des Körpers auf jeder Seite befindlich wären, der Anstoß des flüßigen Wesens auf der einen Seite auch dem Anstoße desselben auf der andern Seite in Ansehung der Größe gleich seyn. Ein solcher Körper, der also in dem Mittelpuncte selbst unterstützt wäre, würde in allen Richtungen, die er in Ansehung des Stroms des flüßigen Wesens haben könnte, in Ruhe bleiben.

§. 323.

Geschähe aber die Unterstützung in einem Puncte, der zwar in Ansehung der Richtung des Stroms von *y* nach *z* senkrecht über oder unter dem Mittelpuncte der Drucke läge, aber nicht der Mittelpunct der Krafte wäre: so würden zwar in beyden Fällen die Drucke, welche durch den Strom des flüßigen Wesens in die Theile des Körpers A geschähen, unter keiner andern Bedingung auf beyden Seiten gleich seyn können, als wenn die Lage des Körpers also beschaffen wäre, daß der Strom auf die

Fläche

Fläche des ganzen Körpers, die ihm entgegen gekehret ist, eine senkrechte Richtung hätte. Aber es würden doch aus den ungleichen Drucken in jedem der hier angegebenen Fälle andere Wirkungen erfolgen. Das ist, die ungleichen Drucke des Stroms des flüßigen Wesens würden bey dem Körper, wo die Unterstützung unter dem Mittelpuncte wäre, eine andere Wirkung zum Vorschein bringen, als in dem Falle, wo die Unterstützung über dem Mitelpuncte wäre.

§. 324.

Die Betrachtung der Figuren 48, 49, und 50, wird uns von der Richtigkeit dieser drey hier angeführten Sätze leicht überzeugen. Z. B. Fig. 48. *g* 1. *p* 1. stelle einen Cylinder oder ein Prisma vor; so wird *c* der Mittelpunct desselben seyn. Geschähe nun auch die Unterstützung in dem Mittelpuncte *c* selbst; so kann man aus der Beschaffenheit der Umstände gar bald beurtheilen, was geschehen müsse. Die Linie *y l c i z* ist diejenige, welche so zu sagen den Strom des flüßigen Wesens in zween Theile theilet, indem derselbe durch den Anstoß an die Theile des Körpers auf einer Seite des unterstützten Punctes oder der Linie *y l c i z* eine Bewegung verursachen würde, die der Bewegung des Drucks der auf der andern Seite des unterstützten Punctes befindlichen Theile entgegen gesetzt wäre. Nun sind aber unter den Umständen nicht nur

eben so viele Theile auf der einen Seite, als auf der andern; sondern die einander gegen über stehenden Theile sind auch in allen gleichen Entfernungen vom Mittelpuncte, der hier unterstützt ist, einander gleich. Daher müssen die entgegengesetzten Drucke des Stroms des flüßigen Wesens einander auch gleich seyn: und also erfolget Ruhe. Man bringe diesen in seinem Mittelpunkt unterstützten Körper in eine Lage in Absicht auf den Strom des flüßigen Wesens, in welche man wolle, z. B. in die Lage, welche durch *g* 2. *p* 2. ausgedruckt ist. In allen Fällen werden die Umstände, welche die Größen der Drucke bestimmen, auf beyden Seiten gleich seyn. Denn obgleich, wie die Fig. 48. ausweiset, bey der schiefen Lage, der Triangel *l k c* über dem Mittelpuncte auf die Seite nach *p* gekommen ist; so ist hingegen der Triangel *c h i* unter dem Mittelpuncte, der gerade eben so groß ist als *l k c*, auf die Seite *g* gekommen. So ist eben auch leicht zu ersehen, daß der Druck des Stroms, welcher mit *y c z* parallel gehet, bey allen einander gerade gegen über stehenden Theilen, nicht nur gleich weit von dem Mittelpunkte, sondern auch von der Linie *y l c i z* entfernet seyn müsse. Alle Umstände sind daher so, daß aus den gleichen Drucken auf jeder Seite, in allen Stellungen des Körpers, der in seinem Mittelpuncte selbst unterstützet ist, Ruhe erfolgen kann und muß.

§. 325.

Bey der Fig. 49. hingegen sind die Umstände schon ganz anders. Denn wenn wir uns gedenken, daß *y v c i z* die Linie wäre, welche den Strom in zween Theile theilte, *v* der Punct wäre, worinnen die Unterstützung geschähe; so ist die Unterstützung hier über dem Mittelpuncte, und bey der Lage des Körpers *g* 1. *p* 1. sind nicht nur gleich viel Theile auf jeder Seite des Unterstützungspunctes, sondern die einander gegen über stehenden Theile des Körpers sind in diesem Falle so wohl von dem Puncte *v*, als von der Linie *y v c i z* gleich weit entfernt. Hier würden also die entgegengesetzten Drucke des Stroms einander gleich seyn, und also Ruhe bewirken. Bringen wir aber den in *v* unterstützten Körper, in Ansehung des Stroms, in eine andere Lage, z. B. in diejenige, welche *g* 2. *p* 2. vorstellig machet; so sehen wir gleich, daß erstlich jezt auf der Seite *g* 2. mehrere Theile des Körpers neben der Linie *y z* zu stehen kommen, als auf der Seite *p* 2. denn der ganze Triangel *v h i*, welcher in der vorigen Lage auf der Seite *p* 1. befindlich war, ist jezt auf der Seite *g* 2, und die ganze Seite *p* 2. hat durch die veränderte Lage keinen weiteren Zuwachs bekommen, als das kleine Triangelchen *v k l*. Wir bemerken zweytens, daß auch die Theile *w* und *o*, welche in der vorigen Lage des Körpers nicht nur von dem Mittelpunkte des Körpers, sondern auch von der Linie *y z* gleich weit ent-

fernet waren, bey der jetzigen Lage des Körpers nicht mehr von der Linie *y z* gleich weit abstehen: daher kann der mit *y z* parallel gehende Strom des flüßigen Wesens auch nicht mehr unter den Umständen mit gleicher Geschwindigkeit in diese Theile wirken (§. 318. 320). Aus allen diesen hier angeführten Umständen finden wir den Druck des Stroms des flüßigen Wesens auf der Seite *g* 2 größer, als auf der andern Seite *p* 2. Es muß also hieraus eine Bewegung nach der Richtung des stärkeren Drucks um den Unterstützungspunkt erfolgen, wie ich es §. 319 bey der Fig. 47 beschrieben habe. Würde nun diese Bewegung um den Unterstützungspunkt so lange anhalten, bis die Seite *p* 2 über den unterstützten Punkt gegen den Strom des flüßigen Wesens erhoben wäre, (welches daher zu vermuthen ist, weil diese Bewegung mit zunehmender Geschwindigkeit geschiehet (§. 218): so würden alsdenn die Umstände auf der Seite *p* 2 nur in umgekehrter Ordnung eben so seyn, wie sie vorher auf der Seite *g* 2 waren. Der Körper würde daher eine kleine Weile um den Unterstützungspunkt schwanken, bis er endlich in der Lage *g* 1 *p* 1 in Ruhe bleiben würde.

§. 326.

Betrachten wir die Fig. 50, wo die Unterstützung in dem Punkte *k*, der in Absicht auf den Strom des flüßigen Wesens unter dem Mittel-

punkte

puncte *c* liegt, geschiehet; so siehet man leicht ein, daß in der Lage, welche *g* 1. *p* 1. zeiget, der Druck des Stroms auf beyden Seiten gleich seyn, und also Ruhe erfolgen müsse: weil nicht nur die Anzahl Theile auf jeder Seite der Linie *y c z*, sondern auch die Entfernungen der einander gegen über stehenden Theile von derselben gleich sind. So bald wir uns aber eine andere Lage des Körpers in Ansehung des Stroms gedenken, z. B. wie *g* 2. *p* 2. zeiget, so bald ist nicht nur der Theil *g* 2, welcher auf der einen Seite der Linie *y c z* liegt, um den Triangel *h i k* kleiner, als der Theil *p* 2, welcher nun auf der andern Seite der Linie *y c z* liegt; sondern die Entfernungen der einander gegen über stehenden Theile von der Linie *y c z* sind jetzt auf der Seite *p* 2. größer, als auf der Seite *g* 2. Daher sind die Drucke des Stroms auf beyden Seiten ungleich, und der Körper muß nun gegen die Seite *p* 2. bewegt werden. Auch sind die Umstände hier also, daß der Druck auf der Seite *p* 2. immer größer werden muß, und der auf der Seite *g* 2. immer kleiner. Dieser Körper kann also unter keiner andern Lage ruhen, als unter der Lage *g* 1. *p* 1. worauf der Strom senkrecht gerichtet ist. In allen andern Fällen muß er mit ordentlich wachsender Geschwindigkeit auf diejenige Seite bewegt werden, wo einmal die Theile desselben in Ansehung der Richtung des Stroms unter den Unterstützungspunct geneigt sind.

§. 327.

Erwägen wir, was in diesen drey Paragraphen erwiesen worden; so müßte einer wenig oder nichts von der Mechanick verstehen, wenn er nicht einsehen könnte, daß sich die Lehre vom Hebel auf diese vorgetragenen Gründe stütze. Es gehöret auch nur wenig Beurtheilungskraft darzu, um die übrigen Fälle, die in der Lehre vom Hebel und der Schwehre der Körper überhaupt vorkommen, hieraus einzusehen und zu erklären: denn die Schnellwage und alles übrige, was bey Wagen vorkommen kann, gründen sich darauf. Ich will zum Beyspiel nur noch etwas weniges anführen. Wenn man an einen von diesen drey untrrstützten Körpern Fig. 48, 49, und 50, es sey welcher es wolle, andere Körper auf beyden Seiten verbände, so daß sie durch Hülfe des Stroms und der Verbindung mit dem unterstützten Körper, nach entgegengesetzten Richtungen zu drucken bestimmet würden; so kann man leicht aus den angegebenen Sätzen beurtheilen, unter welchen Umständen Ruhe oder Bewegung erfolgen würde; und wenn Bewegung erfolgt, nach welcher Richtung und mit welcher Geschwindigkeit dieselbe geschehen müsse. Da wir aber nur diejenigen Wirkungen bestimmen wollen, welche aus den entgegengesetzten Wirkungen der angebundenen Körper allein erfolgen würden; so verstehet es sich, daß wir jetzt den unterstützten Körper nicht mehr als einen Körper ansehen können,

können, sondern nur als eine Linie, die in ihrem Mittelpuncte unterstützt ist, weil er, als Körper betrachtet, in der Erscheinung allezeit solche Umstände mit einmischen würde, welche die Beurtheilung der Erscheinung etwas beschwerlicher machen müßten. Oder wollen wir dieses nicht; so thun wir doch wenigstens wohl, wenn wir hier den Körper als in seinem Mittelpuncte selbst unterstützt ansehen, weil ein solcher durch die Verschiedenheit seiner Lage keine Veränderung in der Sache machet, wie es aus der Fig. 48. zu ersehen ist.

§. 328.

Wenn demnach zween Körper A und B Fig. 51. an einer Linie *g p*, welche in *c* unterstützt wäre, also angebracht wären; so würde jeder derselben von dem Strome des flüßigen Wesens nach der Richtung, die mit *y z* parallel gehet, mit fortgerissen werden. Sie sind aber durch die Unterstützung des Punkts *c* der Linie *g p*, mit welcher sie verbunden sind, unter den Umständen, daß keiner von ihnen der Richtung des Stroms folgen kann, ohne den andern in eine Bewegung zu bringen, welche der Richtung des Stroms entgegen ginge (§. 319). Nun wissen wir aus dem §. 317. die Größe des Drucks eines jeden Körpers an sich, wenn er nicht mit der Linie verbunden wäre, ist das Product aus der Masse eines jeden mit der Geschwindigkeit des Stroms multipliciret. Da

aber die Körper mit der unterstützten Linie verbunden sind, so haben sie nunmehro diese Eigenschaft, daß jeder durch den Druck des andern getrieben, der Richtung des Stroms entgegen bewegt werden sollte, und zwar jeder mit einer Geschwindigkeit, die sich zu der Geschwindigkeit des andern verhielte, wie sich die Entfernung des Punctes, wo der eine mit der Linie *g p* verbunden ist, von dem unterstützten Puncte *c* verhält, zu der Entfernung des Punctes, wo der andere mit der Linie *g p* verbunden ist, von dem Mittelpuncte oder dem unterstützten Puncte *c*. In so fern also jeder Körper verhindert, daß der andere der Richtung des Stroms nicht so folgen kann, wie es an sich betrachtet geschehen sollte, in so fern druckt ein jeder dem andern entgegen. Die Geschwindigkeiten aber, womit beyde Körper einander entgegen drucken, verhalten sich, wie ihre Entfernungen von dem Puncte *c* (§. 318). Nun ist aus dem dritten Hauptstücke bekannt, daß die Größen der Drucke in flüßigen Wesen aus den Producten der Massen mit den Geschwindigkeiten berechnet werden müssen: da sich nun hier die Geschwindigkeiten, wie die Entfernungen von dem Puncte *c* verhalten; so können wir die Größen des Drucks eines jeden Körpers gegen den andern, in Absicht auf die Richtung des Stroms finden, wenn wir jede Masse mit ihrer Entfernung von dem Puncte *c* multipliciren. Sind nun diese gefundenen Producte gleich; so erfolgt

Ruhe.

Ruhe. Sind sie aber ungleich; so erfolgt Bewegung nach der Seite, wo der grösere Druck ist. Der Unterschied beyder Produkte wird die Geschwindigkeit, womit die Bewegung erfolgen muß, anzeigen können.

§. 329.

Nun siehet jedermann, der nur rechnen kann, ein, wenn wir aus zwo verschiedenen Zahlen durch die Multiplication mit andern einerley Produkte haben wollen, daß die Zahlen, womit wir beyde verschiedene Zahlen multipliciren müssen, das umgekehrte Verhältniß der gegebenen Zahlen zu einander haben müssen. Da nun, wenn die gegebenen Zahlen die Massen sind, die Zahlen, womit wir sie multipliciren, die Geschwindigkeiten vorstellen, diese aber mit den Entfernungen von dem Punkte c einerley Verhältniß haben: so kann man von diesen Fällen, wo zween Körper in dem Stronie des flüßigen Wesens an einer Linie verbunden sind, die in einem Punkte zwischen den Orten, wo die Körper mit der Linie verbunde sind, unterstützt ist, eine kurze Regel geben, wodurch alle Fälle, in welchen Ruhe erfolget, zu bestimmen sind. Nämlich, wenn die Punkte, wo die Körper mit der Linie verbunden sind, von dem unterstützten Punkte, das umgekehrte Verhältniß der Massen haben; so erfolgt Ruhe: in allen übrigen Fällen aber

folgt Bewegung nach der Richtung des stärkeren Drucks.

§. 330.

Wir wollen einige Beyspiele hiervon anführen. Man gedenke sich die Linie *gp* Fig. 51., welche in dem Mittelpunkte *c* unterstützt seyn soll, auf jeder Seite des Mittelpunkts in gleich viele und gleich große Theile getheilt, welche hier auf der Seite *c p* durch 1 2 3 4 5 ausgedruckt sind; auf der Seite *c g* aber durch *a b d e f*. Man verbinde mit der in gleiche Theile eingetheilten Linie, auf jeder Seite des unterstützten Punkts, einen Körper mit derselben. Gesetzt die Massen dieser zween Körper verhielten sich zu einander, wie 2 : 4; so müßten die Entfernungen der Punkte, an welchen sie mit der Linie *g p* verbunden wären, wenn Ruhe erfolgen soll, von dem unterstützten Punkte das umgekehrte Verhältniß der beyden Massen haben. Also müßte der Körper, dessen Masse = 4 wäre, z. B. in dem Punkte, der mit 2 bezeichnet ist, an die Linie gebunden seyn; der andere Körper aber, dessen Masse = 2 ist, müßte dagegen in dem Punkte *e* an die Linie gebunden seyn. Denn in diesem Falle verhielten sich nicht nur die Entfernungen von dem Punkte *c*, und also die Geschwindigkeiten, womit jeder dem Strom entgegen bewegt werden sollte, umgekehrt zu einander, wie die Massen; sondern das Produkt aus jeder

Masse

Masse mit der Geschwindigkeit, die er unter den Umständen an dem bestimmten Punkte, wo er mit der Linie verbunden ist, haben könnte, wäre alsdenn dem Produkte aus der Masse des andern mit der Geschwindigkeit desselben gleich. Denn 2. 4 ist = 8, und 4. 2 ist auch = 8. Andere Beyspiele von der Art kann sich hier jeder selbst gedenken. Alles, was vom Hebel gesagt werden kann, lässet sich auf diese Art, nämlich durch den Anstoß eines Stroms leicht einsehen und berechnen.

§. 331.

Man gedenke sich einen Körper in dem Strome des flüßigen Wesens an einem Faden gebunden, das andere Ende des Fadens aber in einem Punkte irgendwo befestiget; so würde der Körper an keinem anderen Orte in Ruhe seyn können, als in dem, welcher in Absicht auf die Richtung des Stroms senkrecht unter dem Punkte, wo der Faden befestiget wäre, befindlich ist. In allen andern Orten würde der Körper durch den Stoß des flüßigen Wesens getrieben nach demjenigen Orte bewegt werden, wo ich eben behauptet habe, daß er allein ruhen könnte. Obgleich dieses ohne Beweis jedermann schon einsehen und zugeben wird; so will ich doch einen kleinen Beweis davon führen, weil uns dieser Anleitung geben wird, die Ursachen und Umstände, welche bey einem solchen Falle vorkommen, in Erwägung

zu

zu ziehen, und dieselben zu ergründen. Wenn A Fig. 52. der Körper ist, welcher durch Hülfe eines Fadens an dem unbewealichen Punkte *c* befestiget ist, und *y z* die Richtung des Stroms; so mag der Körper A eine Lage haben, welche er will, die Richtung des Stroms wird allemal mit der Linie *y z* parallel gehen. Nun ist der Faden *A c* als ein Druck anzusehen, der zwar, wenn ein Druck nach einer jeden andern Gegend, als von *A* nach *c* in den Körper *A* wirket, allezeit nach dem Punkte *c* zu mit wirken; an sich allein aber niemals wirksam seyn würde: denn der Körper, welcher an dem Faden mit dem Punkte *c* verbunden ist, wird durch den Zug des Fadens niemals dem Punkte *c* näher kommen, als er demselben einmal schon ist. (Ich habe mich hier des Wortes Zug bedienet, es ist ein uneigentlicher Ausdruck, der die Sache nicht so anzeiget, wie es die eigentliche Beschaffenheit mit sich bringet, und der uns sehr leicht auf einen unrichtigen Gedanken bringen kann. Denn wenn ich die Sache genau überlege; so ist es hier weiter nichts, als der Zusammenhang der Theile des Fadens. Der Zusammenhang kann aber in einem leeren Raume niemals Statt finden, sondern muß allemal von dem Drucke eines flüßigen Wesens abhangen, wie ich es im §. 165: 169 erwiesen habe. Also ist auch dieser Zug eigentlich ein Druck, wie überhaupt eine jede Kraft eigentlich ein Druck ist.) Der

Zusam-

Zusammenhang der Theile des Fadens würde also an sich betrachtet niemals eine Bewegung der Kugel hervorbringen, aber indem der Strom des flüßigen Wesens von *y* nach *z* als ein nach einer anderen Gegend wirkender Druck vorhanden ist; so muß der Zusammenhang der Theile des Fadens in Ansehung der Bewegung der Kugel als eine mitwirkende Ursach angesehen werden, indem er die Bewegung der Kugel durch seine beständige Mitwirkung einen andern Weg zu gehen bestimmet, als sie der Strom des flüßigen Wesens allein treiben würde.

§. 332.

Es sind also bey dem Körper A Fig. 52. beständig zween Drucke zugleich nach verschiedenen Richtungen und Gegenden wirksam. Diese anhaltenden Drucke haben aber nach Verschiedenheit der Lage des Körpers A in Absicht auf den Punkt *c* gar verschiedene Richtungen, ob gleich an sich betrachtet jeder derselben unverändert zu seyn scheinet. Wir dürfen nur die Richtung eines jeden der hier zugleich wirkenden Drucke, in Absicht auf die verschiedene Lage des Körpers A, in Gedanken verfolgen, so fällt es uns gleich in die Sinne, daß ihre Richtungen in jeder andern Lage des Körpers A nach verschiedenen Gegenden gehen. Denn ist der Körper in A befindlich; so gehet die Richtung des Drucks, welcher von dem Zu-

sammenhange der Theile des Fadens entstehet, von *A* nach *v*. Ist der Körper in Z, so gehet die Richtung dieses nämlichen Drucks von z nach *y*: und ist der Körper in B; so gehet die Richtung, wonach der Faden wirket, von *B* nach *w*. Dieses sind also sehr verschiedene Richtungen. So ist auch leicht einzusehen, daß die Richtung des Stroms, ob sie gleich beständig mit *y* z parallel bleibt, in Ansehung des andern beständig mitwirkenden Drucks alle Augenblicke eine andere Richtung habe. Ist es denn nun wohl zu verwundern, wenn ein Körper unter den Umständen von zweyerley beständig unter andern Winkeln wirkenden Kräften getrieben, alle Augenblicke währender Bewegung seine Richtung ändert, und also eine krumme Linie durchlauft? Da wir aus dem fünften Hauptstücke wissen, daß die Bewegung, welche aus zwo unter einem Winkel wirkenden Kräften erfolget, in der Uebereckklinie geschehen muß: wie verschieden sind da nicht die aus den bestimmten Kräften entstehenden Parallelogrammen, und also auch die Uebereckklinien.

§. 333.

Wir wollen jetzt die Winkel ein wenig betrachten, unter welchen beyde Kräfte zugleich wirken. Wir sehen gleich ein, daß je näher der Körper A der Linie *y* z ist, desto stumpfer der Winkel werde, unter welchem die Richtung des Stroms *y* z und die Richtung des Fadens

A c wirken. Wenn aber der Körper in Z befindlich ist, daß die Richtungen einander gerade entgegengesetzt sind, so sehen wir auch, je höher der Körper A in Ansehung des Punktes *c* kömmt, desto mehr kömmt der Winkel, unter welchem beyde Kräfte zugleich wirken, einem rechten Winkel nahe. Aus der Wirkung zwoer Kräfte unter spitzigern Winkeln erfolgte nach dem §. 283 und 285 eine Bewegung mit größerer Geschwindigkeit: bey einem Wirken von einerley Kräften unter stumpferen Winkeln wurde aber die Geschwindigkeit, womit die Bewegung geschiehet, immer kleiner. Also sollte man schließen, es müßte die krummlinigte Bewegung des Körpers in der krummen Linie von A nach Z, weil die Winkel, unter welchen beyde Kräfte wirken, immer stumpfer werden, mit abnehmender Geschwindigkeit geschehen. Allein wenn wir bedenken, daß hier die Bewegung des flüßigen Wesens, die von *y* nach *z* beständig parallel gehet, eigentlich durch den Anstoß an den Körper A nur allein die Ursach der Bewegung des Körpers A ist, und daß die Kraft, welche durch die Richtung des Fadens ausgedrückt ist, hier beständig verhindert, daß die Bewegung niemals mit so großer Geschwindigkeit erfolgen kann, als die Geschwindigkeit des Stroms ist; so wird begreiflich, daß durch den Strom so zu sagen in allen Momenten ein neuer Anstoß darzu kömmt. Und also muß in jedem folgenden Moment die

Geschwindigkeit, welche durch den Anstoß im vorhergehenden Moment entstanden war, durch den von neuem darzu kommenden Anstoß vermehret werden. Daher sollte die Bewegung unter den Umständen mit wachsender Geschwindigkeit geschehen. Da nun aus dem vorhin angeführten Grunde die Geschwindigkeit der Bewegung des Körpers A in der Linie A Z abnehmen sollte; aus dem jetzt angeführten Grunde aber dieselbe zuuehmend werden sollte: so kommt es auf die Grade an, in welchen das Abnehmen oder das Zunehmen der Geschwindigkeit nach den Umständen geschehen muß, und man kann aus den bestimmten Umständen allezeit vorher sagen, ob die Geschwindigkeit der Bewegung abnehmend, oder zunehmend, oder gleichförmig seyn werde: alles dreyes ist unter verschiedenen Umständen möglich.

§. 334.

Gesetzt, die Geschwindigkeit, womit die Bewegung des Körpers A in dem Zirkelbogen *A Z* geschehen wäre, wäre zunehmend gewesen; so würde diese in der Folge der Zeit noch eine Weile fortdauren müssen, weil, obgleich nachdem der Körper A, indem er nach Z gekommen ist, nunmehro der Richtung des Stroms auf dem Wege von Z nach B entgegen bewegt werden muß, diese nunmehro entgegengesetzte Richtung des Stroms doch noch nicht im Stande seyn kann, der großen Geschwindigkeit, die

der

der Körper A in dem Punkte Z hat, völligen Einhalt zu thun. Etwas muß aber doch die Geschwindigkeit des Körpers A, womit er nun von Z nach B bewegt wird, durch die entgegengesetzte Richtung des Stroms in jedem Moment vermindert werden. Daher wird dieselbe unter den hier angegebenen Umständen ungleichförmig ordentlich abnehmend werden: und also würde der Körper nach einer gewissen Zeit zur Ruhe kommen. Er wäre aber kaum zur Ruhe; so müßte der immerfort währende Strom des flüßigen Wesens den Körper wiederum von B gegen Z eben so treiben, wie er vorher von A nach Z war getrieben worden. Ein Körper unter den Umständen würde also eine Weile hin und her schwanken. Ich vermuthe aber, die Schwingungen werden nach und nach immer kleiner werden, und endlich wird der Körper in dem Punkte Z ruhen müssen, weil alsdenn der Druck des Fadens der Richtung des Stroms gerade entgegen gesetzt wäre. Wer siehet nicht, daß dieses die Ursach des Pendels seyn müsse.

§. 335.

Man kann auf diese Art durch Hülfe eines Stroms eines flüßigen Wesens alle mögliche Erscheinungen, welche schwere Körper auf unserer Erde machen, leicht einsehen, z. B. wenn man einen Körper durch Hülfe eines pünktlichen Drucks der Richtung eines Stroms gerade entgegen bewegen wollte; so müßte man

nicht nur einen größern Druck anwenden, um demselben eine verlangte Geschwindigkeit beyzubringen, als wenn man eben dem Körper in einem stillstehenden flüßigen Wesen die nämliche Geschwindigkeit beybringen wollte. Denn man hätte hier außer dem bestimmten Widerstande des stillstehenden flüßigen Wesens noch die Geschwindigkeit des Stroms mit zu überwältigen. So wie nun nach dem §. 159. eine jede Bewegung eines Körpers in einem flüßigen Wesen, die aus einem pünktlichen Drucke entstanden ist, mit ordentlich abnehmender Geschwindigkeit geschahe; so wird auch diese, die dem Strom entgegen gehet, ordentlich abnehmend seyn, aber nicht nur in gröseren Graden, weil der Strom in entgegen gesetzter Richtung die Grade der abnehmenden Geschwindigkeit vermehren muß, sondern, wenn durch das Abnehmen der Geschwindigkeit der bewegte Körper kaum zur Ruhe gekommen ist; so muß er nun von neuem durch den Strom des flüßigen Wesens getrieben bewegt werden, und also nach dem Orte wiederum hingetrieben werden, von welchem derselbe vorher durch den pünktlichen Druck dem Strome entgegen war bewegt worden. Nach den hier angegebenen Umständen würde zwar die Bewegung, welche nach der Ruhe mit dem Strome des flüßigen Wesens gienge, der Geschwindigkeit des Stromes gleich, und also mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit geschehen. Dieses thun aber

die

die schweren Körper nicht, sondern sie bewegen sich mit zunehmender Geschwindigkeit. Man gedulde sich nur, bis ich in der Ordnung des Vortrags auf den Punkt von den schweren Körpern kommen kann: ich werde gewiß auch die Ursach von jenen Erscheinungen anzugeben im Stande seyn. Aus eben den Gründen, durch Hülfe des Stroms eines flüßigen Wesens, lassen sich auch alle übrige Erscheinungen der Bewegungen solcher Körper erklären, welche durch einen pünktlichen Druck getrieben, nach einer andern Richtung beweget werden sollten, die z. B. nicht der Richtung des Stroms gerade entgegen, oder mit derselben gienge, sondern auch seitwärts in Ansehung des Stroms. Alle dergleichen Bewegungen würden in krummen Linien geschehen, die aus der Beschaffenheit der Umstände, nämlich aus der Richtung des pünktlichen Drucks, der Größe des Widerstandes des flüßigen Wesens, und der Richtung des Stroms müßten bestimmt werden. Ich will mich aber bey diesen Bewegungen, so nützlich sie auch sind, hier nicht länger aufhalten, indem diese Arten der Bewegungen ohnedem erst im künftigen, wenn alle darzu etwas mit beytragende Nebenumstände angeführt sind, können vorgetragen werden.

§. 336.

Bisher werde ich wohl so viele Sätze erwiesen haben, daß wir durch Hülfe einer richtigen Anwendung derselben im Stande sind, die

meisten Begebenheiten in der Natur daraus zu beurtheilen und zu erklären. Man wird aber aus der ganzen Abhandlung gesehen haben, daß ich alle Veränderungen des Zustandes der Substanzen entweder als unmittelbare Wirkungen willkührlicher Wesen angesehen habe, oder als solche, welche wenigstens durch Hülfe eines zarten flüßigen Wesens mittelbare Wirkungen willkührlicher Wesen sind. Ich gestehe, so bald man mir das zarte flüßige Wesen hinweg nimmt, so gründen sich, wenigstens meiner geringen Einsicht nach, alle Begebenheiten der Natur auf ein ich weis nicht was. Hingegen durch Hülfe eines zarten von allen Seiten her eingeschlossenen flüßigen Wesens, lassen sich alle Erscheinungen auf eine leicht begreifliche Art einsehen, wie man es aus dem bisher abgehandelten wird wahrgenommen haben. Warum sollte ich nun nicht eine solche Theorie vor andern erwählen, wodurch nicht nur der Einbildungskraft, sondern auch der Vernunft gemäß die Beurtheilung der natürlichen Begebenheiten uns leicht gemacht wird.

§. 337.

Man wird mir wohl einwenden, wenn gleich die hier von mir vorgetragenen Sätze, durch den Druck eines äußerlichen flüssigen Wesens, auf eine begreifliche Art wären vorgetragen worden; so fehle doch erstlich noch viel daran, zu glauben, daß alle übrige Naturbegebenheiten

aus

aus eben dem Grunde zu beurtheilen wären: zweytens müßte ich auch die Wirklichkeit eines solchen flüßigen Wesens noch beweisen. Was das erste betrift, so habe ich wohl nicht nöthig darzuthun, daß alle natürliche Begebenheiten weiter nichts, als bestimmte Bewegungen sind, oder doch wenigstens Drucke, die in bestimmten Bewegungen ihren Grund haben: und ich kann versichern, daß wenige oder gar keine Fälle vorkommen können, welche nicht mit einem dieser hier vorgetragenen Fälle übereinkommen sollten. Und also könnten diese wenigen hier vorgetragenen Fälle als allgemeine angesehn werden, worauf sich hernach die andern als ähnliche immer beziehen. Was aber zweytens die wirkliche Gegenwart eines so zarten flüßigen Wesens betrift, so habe ich sehr viele und wichtige Gründe, die theils a priori, theils a posteriori mich von dessen wirklichen Daseyn überführen: und diese werde ich in dem gleichfolgenden Hauptstücke zum Vorschein bringen.

§. 338.

Noch einen einzigen Umstand muß ich erwähnen, ehe ich zu dem folgenden Hauptstücke schreiten kann. Er gehöret zwar eigentlich nicht hierher; ich weis aber nicht, wo ich ihn sonst hätte mit anbringen sollen, ohne ein besonderes Hauptstück dieses einzigen Satzes wegen zu machen: hier aber wird es, ihn anzuführen, am schicklichsten seyn. Wenn ein Kör-

per, wie ihn z. B. A Fig. 53. vorstellet, in ein flüßiges Wesen eingeschlossen, in seiner Oberfläche, von einem andern Körper dergestalt angestoßen würde, daß die Richtung dieses Stoßes nicht gegen den Mittelpunkt des Körpers selbst, sondern nach einer andern Gegend gienge; was würde da geschehen können? Wenn wir die Umstände genau überlegen wollen, unter welchen ein Körper, der in ein flüssiges Wesen eingeschlossen ist, er habe eine äußerliche Figur, welche er wolle, sich befindet, so bemerken wir, daß nicht nur in Ansehung einzelner Theile der Oberfläche die Drucke des flüßigen Wesens, welches nach allen Gegenden gleich stark drücket, einander gerade entgegen gehen, sondern, wenn wir alle Drucke des flüßigen Wesens, die auf der ganzen Oberfläche geschehen können, zusammen nehmen, und ihre Richtungen in Gedanken verfolgen, so laufen sie, zum wenigsten der größte Theil derselben, in einem Punkte innerhalb dem Körper zusammen. Diesen Punkt hatte ich in der Note zum §. 168. den Mittelpunkt der Drucke genennet. Es ist aus dem §. 130. bekannt, daß einander gerade entgegen gesetzte Drucke, wenn sie gleich groß sind, Ruhe bewirken. Hieraus läßet sich aber leicht einsehen, je größer die einander gerade entgegengesetzten Drucke sind, desto größer müsse die Ruhe seyn, d. i. desto fester müsse der Körper seinen relativischen Ort behaupten. Je mehrere gleiche Drucke,

an sich betrachtet, einander entgegen wirken, desto größer ist die Wirkung: also je mehrere Drucke zugleich zu der Bestimmung der Ruhe eines Körpers das ihrige beytragen, desto fester muß der Körper auf seinem relativischen Orte gehalten werden. Da nun in dem Mittelpunkte der Drucke eines Körpers die meisten äußerlichen Drucke des flüßigen Wesens zusammen laufen; so muß dieser Punkt durch die Drucke des flüßigen Wesens am festesten gehalten werden. Dieser Mittelpunkt der Drucke ist also, so zu sagen, am meisten unterstützet. Es können demnach alle übrige Theile eines Körpers der in einem flüßigen Wesen eingeschlossen ist, durch den Anstoß eines andern Körpers, leichter bewegt werden, als der Mittelpunkt der Drucke. Und hieraus ist einzusehen, daß die am weitesten von dem Mittelpunkte entfernten Theile eines Körpers, wenn gegen dieselben ein Stoß geschiehet, der nicht nach dem Mittelpunkte des Körpers gerichtet ist, am geschwindesten bewegt werden können und müssen. Wenn die vom Mittelpunkte entfernteren Theile eines Körpers geschwinder, als der Mittelpunkt bewegt werden; so stehet der Mittelpunkt desselben Körpers in Absicht auf seine entfernteren Theile, so zu sagen relativisch stille. Da nun die Theile alle unter sich und also auch mit dem Mittelpunkte selbst, zusammenhangen; so sind die Umstände eben, wie bey dem §. 331. angeführten Falle, nämlich

lich der Zusammenhang der Theile wirket zugleich mit gegen den Mittelpunkt des Körpers, indem der Stoß nach einer andern Richtung sie zu einer Bewegung nach einer andern Gegend treibt. Daher müssen die Theile eines Körpers, der nicht gegen den Mittelpunkt zu angestoßen wird, krumme Linien um den Mittelpunkt beschreiben. Wenn also hier bey der Fig. 53. der Anschlag an den Körper A in b nach der Richtung des Pfeils geschähe; so würden die Theile in *b* den Bogen *b z* durchlaufen, und die gegen über stehenden Theile in v den Bogen *v w*.

§. 339.

Nun kann man leicht einsehen, daß in dergleichen Fällen, wo ein Körper in einem flüßigen Wesen, nach einer andern Richtung, als gegen seinen Mittelpunkt angestoßen oder angeschlagen wird, wenn der Körper übrigens frey, d. i. wenn er nicht mit andern Körpern, die ihn sonst ohne das flüßige Wesen feste halten könnten, verbunden ist, daß, sage ich, der Mittelpunkt des Körpers selbst allemal mit beweget werden müsse; aber daß die Bewegung des Mittelpunktes selbst alsdenn geringe seyn müsse, wenn der Punkt, in welchem der Körper nach einer andern Gegend angeschlagen wird, weit von dem Mittelpunkte entfernet ist, und daß hingegen in diesem Falle die Geschwindigkeit, womit sich die Theile des Körpers um

den

den Mittelpunkt, durch den Stoß getrieben, drehen, groß seyn müsse. Hingegen ist nach Beschaffenheit der Umstände einzusehen, wenn der Stoß nahe an dem Mittelpunkte geschiehet, daß alsdenn die Bewegung des Mittelpunktes größer, und das Drehen der Theile um den Mittelpunkt kleiner seyn müsse. Man kann also kürzlich diese Regel als allgemein annehmen: wenn ein Körper, der übrigens mit keinem andern Körper in unmittelbarer Verbindung stehet, in einem flüßigen Wesen, durch eine äußerliche Kraft zum Drehen um eine Axe ist bestimmt worden; so drehet er sich allemal um diejenige Axe, in welcher der Mittelpunkt der Drucke §. 168. not, in der Mitte lieget. Weil nun der Mittelpunkt aller Drucke bey schwehren Körpern auch der Mittelpunkt der Schwehre genennet wird; so muß jeder Körper, wenn er sich in einem flüßigen Wesen drehet, um den Mittelpunkt der Schwehre sich drehen. Dieses bestätiget auch in allen Fällen die Erfahrung.

§. 340.

Da nun aus dem bisher von mir vorgetragenen einzusehen ist, daß alle Bewegungen der Körper durch den Druck und die Bewegung eines äußerlichen flüßigen Wesens bestimmet werden; so kann man sich leicht einbilden, daß jeder anderer Umstand andere Erscheinungen bringen müsse, und wenn wir von den Bege-

benheiten in der Welt richtige Urtheile fällen wollen, daß wir die dabey vorkommenden Umstände aufs genaueste bemerken müssen. Um eine Sache aus Gründen recht einzusehen und erweisen zu können, müssen wir, so viel als möglich, eine genaue Kenntniß von der Verbindungsart der zugleich gegenwärtigen Dinge haben, die ich schon im §. 150. zu geben versprochen. Denn diese Kenntniß kann, nachdem wir die bisher vorgetragenen Sätze haben beurtheilen lernen, uns alle übrige Begebenheiten in der Natur begreiflich machen.

Das siebente Hauptstück.
Von der Welt.

§. 341.

Der Inbegriff aller zugleich gegenwärtigen Substanzen, in wiefern sie mit einander in Verbindung stehen, und von Gott in einander zu wirken bestimmt werden, nebst den Veränderungen, die aus dem Wirken der Substanzen in einander erfolgen, wird die Welt genennet.

§. 342.

Ich mache mir ungefähr folgenden Begriff von der Welt. Ein für unsere Einbildungs-

kraft

Kraft unermeßlich großer Raum ist mit einem subtilen flüßigen Wesen angefüllet, welches wir den Aether, die Himmelsluft u. d. g. nennen. Ob ich gleich hier sage, ein für unsere Einbildungskraft unermeßlich großer Raum, so ist dieser angefüllte Raum doch nicht unendlich groß. (Ich muß überhaupt gestehen, daß eine unendliche Größe, welche wirklich vorhanden seyn sollte, mir ein contradictorischer Gedanke zu seyn scheinet: denn eine jede Größe muß ja ein Verhältniß zu einer andern ähnlichen haben, und wie kann ich mir von etwas unendlichen ein Verhältniß gedenken). Dessentwegen sage ich nur für unsere Einbildungskraft unermeßlich, weil kein menschlicher Verstand hinreichend ist, die Größe dieses mit dem Aether angefüllten Raumes anzugeben: und ich wollte wohl behaupten, daß derjenige Mensch, welcher sich vor allen andern die größte Vorstellung davon machte, sich ihn gewiß noch kleiner gedenken würde, als er vielleicht in der That ist. Der Raum, welcher nun von dem Aether angefüllet ist, muß aber doch endlich seyn, weil er von endlichen Dingen, d. i. von den Theilen des Aethers, die ich mir als unermeßlich kleine Kügelchen, alle von einerley Art und Größe, gedenke, angefüllet ist. D. i. da, wo kein Aether mehr ist, gehet ein Gränzenloser leerer Raum an: denn wer kann sich wohl von einem Nichts eine Größe oder Gränzen gedenken.

§. 343.

Nun ist im zweyten Hauptstücke von mir erwiesen worden, wenn auch alle mögliche Substanzen in einer solchen Verbindung beysammen wären, daß sie einander unmittelbar berührten; so könne doch an sich betrachtet keine in die andere wirken. Sollen sie aber in einander wirken; so muß wenigstens eine durch ein willkührliches Wesen zur Bewegung bestimmet werden. Geschähe aber dieses; so müßten die Theile des Aethers, welche nach dem §. 342. in einem unendlichen Raume befindlich wären, nach allen Gegenden von einander zerstreuet werden, wie in dem §. 120. ist erwiesen worden. Es fiele also die Ursach des Zusammenhangens der Theile aller Körper hinweg, und würden also alle Theilchen durch den Druck einer einzigen Substanz zum Auseinanderfahren bestimmet werden. Sollen demnach die Theilchen des Aethers in Verbindung mit einander bleiben, und also in einander wirken, daß sie zusammen genommen das flüßige Wesen, welches wir Aether nennen, ausmachen; so ist dieses auf keine andere Art möglich, als auf diese, die äußersten Theile des Aethers müssen durch Hülfe willkührlicher Wesen von allen Seiten her eingeschlossen seyn und also zusammengehalten werden. Nun weis ich außer Gott, dem allmächtigen Schöpfer und Erhalter der Welt, kein willkührliches Wesen, das dieses thun könnte: also muß Gott beständig von außenher in die

Theile

Theile des Aethers wirken, und sie zusammen halten.

§. 344.

Wenn in diesem Aether, der von Gott zusammen gehalten wird, Substanzen von einer andern Größe einander unmittelbar berühren; so müssen diese größeren Substanzen, so viele ihrer auch sind, zusammenhangen, und also ein Ganzes, das aus Theilen zusammengesetzt ist d. i. einen Körper (§. 168.) ausmachen. Wahrscheinlicher Weise sind die ursprünglichen Theile der Körper auf unserer Erde alle von einerley Art und Größe, und ich glaube, welches im künftigen auch wird bewiesen werden, daß die ursprünglichen Theile unserer Körper, Kügelchen sind. Nun mag also die Art der Verbindung dieser Kügelchen seyn, wie sie will; so müssen doch beständig Zwischenräumchen zwischen den ursprünglichen Theilen dieser Körper bleiben, die eine beständige Verbindung unter einander haben, und in diesen Räumchen muß das flüßige Wesen, nämlich der Aether, welcher aus kleineren Theilchen, als die ursprünglichen Theilchen unserer Körper sind, bestehet, befindlich seyn, auch mit dem übrigen Aether, welcher den ganzen Weltraum erfüllet, und von Gott zusammen gehalten wird, in beständiger Verbindung stehen. Von diesen Körpern muß also alles gelten, was in dem dritten, vierten, fünften und sechsten Hauptstück

stück von mir ist erwiesen worden: denn es sind bey ihnen die nämlichen Umstände, die ich daselbst angeführet habe.

§. 345.

In diesem mit Aether angefüllten unermeßlichen Weltraume ist, in entsetzlichen Entfernungen von einander, eine erstaunende Menge großer Körper, die alle aus größeren Theilen, als die Theile des Aethers sind, bestehen, und deren Theile, indem sie sich einander unmittelbar berühren, von dem Drucke des Aethers, der am Ende von der Wirkung Gottes abhanget, zusammenzuhangen bestimmt werden, enthalten. Wir werden durch das Gesicht von ihrer Gegenwart überzeugt, und nennen sie große Weltkörper (Corpora mundi totalia) oder auch Sterne, und wir finden sie insgesamt kugelförmig. Der größte Theil von ihnen behält dem Ansehn nach immer einerley Ordnung unter einander; aber ihr Stand unter einander scheinet uns sehr unregelmäßig zu seyn: wiewohl dieses vielleicht nur von unserm eigenen Standorte abhangen mögte, und es können wohl Orte in dem Weltraume seyn, von welchen, wenn wir als Zuschauer daselbst stünden, aus dem Stande der Sterne eine solche Ordnung hervorleuchten mögte, die uns gewiß die weise Einrichtung des ganzen Weltgebäudes richtig zu beurtheilen Anlaß geben könnte. Diese Sterne, von welchen ich hier geredet habe,

wer-

werden, weil sie immer einerley Stand unter einander behalten, und daher so zu sagen immer auf einem Orte feste stehen, Fixsterne genennet. Sie haben den Grund ihrer Sichtbarkeit in sich selbst, wie man zu sagen pfleget, d. i. die Ursach, warum sie sichtbar sind, hanget nicht von einem fremden Lichte ab, das ausserhalb ihnen irgendwo zu finden wäre.

§. 346.

Außer den Fixsternen finden wir noch in dem großen Weltraume einige andere Sterne, welche immer ihren Stand in Ansehung der übrigen verändern. Diese werden **Irrsterne** oder auch **Planeten** genennet, weil sie dem ersten Ansehen nach auf eine sehr unregelmäßige Weise ihren Ort verändern. Von diesen ist uns durch Beobachtungen und richtige Vernunftschlüsse bekannt, daß der Grund ihrer Sichtbarkeit nicht in ihnen selbst liege, sondern in der Sonne, welcher große leuchtende Körper jederman bekannt ist, und von welcher wir bald zeigen werden, daß sie mit allem Rechte unter die Fixsterne müsse gezählet werden. Die Sonne drehet sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit um ihre Axe, bleibet aber immer dabey auf einem Orte stehen. Die Planeten aber, welche von der Sonne erst erleuchtet werden, werden alle in großen Kreißen um die Sonne herum von Abend gegen Morgen bewegt, und sie drehen sich zugleich außer dem, ein jeder

auch

auch mit gleichförmiger Geschwindigkeit von Abend gegen Morgen um ihre Axe. Dieses Drehen können wir bey einigen von ihnen, durch Hülfe der Fernröhre sehen, bey einigen aber schlüßen wir nur, daß es geschiehet, doch mit vieler Wahrscheinlichkeit. Unsere Erde, oder der große Erdball, den wir bewohnen, wird auch mit allem Rechte unter die Planeten gezählet, weil er von der Sonne erleuchtet wird, sich von Abend gegen Morgen um seine Axe drehet, und auch von Abend gegen Morgen um die Sonne herum in einem Kreise bewegt wird, wie die anderen Planeten auch. Die Namen der Planeten sind, Merkur ☿, Venus ♀, Erde ♁, Mars ♂, Jupiter ♃, und Saturnus ♄. Der Kreis des Merkurs ist der kleinste, und der übrigen Planeten Kreise sind in der Ordnung, wie ich sie genennet habe, immer größer. Diese hier genannten Planeten heißen Haupt-Planeten.

§. 347.

Wir finden aber noch einen Welt-Körper um unsere Erde herum laufend, dieser wird der Mond genennet. Er bewegt sich immer von Abend gegen Morgen um unsere Erde, und indem diese um die Sonne bewegt wird; so bewegt sich folglich der Mond noch außer seiner Bewegung um die Erde zugleich mit derselben um die Sonne. Er drehet sich auch, wiewohl langsam, um seine Axe, nämlich in der

Zeit

Zeit, da er einmal um unsere Erde herum bewegt wird, hat er sich auch einmal um seine Axe gedrehet. Dergleichen Monde finden wir um den Jupiter viere, um den Saturn fünfe, und neuerlich hat man auch einen, der um die Venus herum bewegt wird, entdeckt. Sie werden auch Planeten genennet, weil sie sich bewegen und von der Sonne erleuchtet werden. Weil aber ihre Bewegung auch zugleich um einen Hauptplaneten herum gehet; so werden sie Nebenplaneten genennet. Alle diese Haupt- und Nebenplaneten zusammen genommen führen den Namen des Sonnensystems.

§. 348.

Noch außer diesen Planeten sehen wir bisweilen besondere Sterne, die nur dann und wann zum Vorschein kommen, einen besonderen dem Ansehn nach unregelmäßigen Lauf haben, und öfters einen hellen Schweif bey sich führen, der allemal in Ansehung des Standes dieser Sterne gegen die Sonne, von der Sonne abgekehret ist. Diese Sterne werden Cometen genennet. Ueber dieselben sind die Gelehrten noch sehr verschiedener Meynung. Denn erstlich weis man ihren Weg noch nicht genau zu bestimmen, indem einige behauptet haben, sie liefen nur so auf gerade wohl in dem Weltraume herum; und daher befürchten, es könne leicht einmal einer an unsere Erde oder an die Sonne anlaufen, und diese zerschmettern, oder

wenigstens ein grausames Unglück bey uns anrichten. Andere halten die Cometen für ausgebrannte Sonnen, oder für Planeten, die ihren jüngsten Tag schon erlebt hätten. Noch andere glauben, die Cometen wären auch Planeten, die mit zu unserem Sonnensystem gehöreten: die Bahnen, worinnen sie liefen, wären aber nur sehr länglichte und schmale Kreise, die zwar unsere Sonne mit einschlössen; aber die Sonne stünde nicht in der Mitte dieser Kreise, sondern nicht weit vom Rande. Dem Ansehen nach scheinet es, als verhalte sich die Sache wirklich also: denn man kann daraus viele Erscheinungen, die die Cometen machen, auf eine ziemlich begreifliche Art einsehen. Z. B. warum sie solten erscheinen; warum sie nur auf eine kurze Zeit sichtbar sind, und dergleichen mehr. Noch andere glauben, die Cometen wären Planeten, die zu einem andern Sonnensystem gehöreten; sie würden aber nur alsdenn bey uns sichtbar, wenn sie unserer Sonne und uns so nahe kämen, daß sie auch von den Strahlen unserer Sonne erleuchtet uns sichtbar würden. Dieser letzten Meynung bin ich selbst sehr geneigt, beyzuflichten.

§. 349.

Wir wollen jetzt über diese Beschaffenheit und Einrichtung der Welt, wovon ich hier zwar eine noch ziemlich unvolkommene Beschreibung gegeben habe, die doch aber, um

von

von den Begebenheiten, welche in der Welt vorgehen, gehörig urtheilen zu können, schon hinreichend genug ist, ein wenig philosophiren. Erstlich ist meine Schuldigkeit darzuthun, daß ein so zartes flüßiges Wesen, welches ich Aether nenne, und wovon ich behaupte, daß es den ganzen Weltraum erfülle, wirklich vorhanden sey. Dieses beweise ich aus folgenden Gründen. Wie wäre es möglich, daß wir von Körpern, die in so unbeschreiblich großen Entfernungen von uns abstehen, Wissenschaft haben könnten, wenn diese dem Ansehn nach so sehr entfernten Körper, nicht in uns wirkten, d. i. wenn sie in dem Zustande unsers Körpers, besonders unserer Augen, keine Veränderung machten. Daß die bloße Gegenwart eines Körpers, der uns nicht unmittelbar berühret, in unserm Körper und also in unserem Auge keine Veränderung mache, davon kann sich jederman, der es noch nicht weis, leicht überführen: er darf sich nur in ein ganz finsteres Zimmer, oder in einen Keller begeben, und er empfindet wenigstens durch das Gesicht nichts mehr von der Gegenwart solcher Körper, die nur einigermaaßen von ihm entfernet sind. Da nun aber doch Dinge außer ihm da sind, er mag sie sehen, oder nicht sehen; so müssen die außerhalb uns befindlichen Dinge, zu der Zeit, wenn wir sie sehen, in dem Zustande unserer Augen Veränderungen machen, d. i. sie müssen in uns wirken. Wie können aber Din-

ge, die in einer Entfernung von uns sind, Veränderungen in dem Zustande unseres Körpers machen? Nach dem §. 104. haben wir schon dieses als unmöglich befunden: denn die entfernten Dinge mögen in Ruhe, oder in Bewegung seyn; so kann dieses in dem Zustande anderer in einem leeren Raume befindlicher Körper keine Veränderung machen. In einem mit einem zarten flüßigen Wesen angefüllten Raume aber kann der Druck dieses flüßigen Wesens, wenn er auch in einer Entfernung durch die Gegenwart eines Körpers auf eine gewisse Art anders bestimmet wird, Veränderungen in dem Zustande anderer Körper machen. Also wird nothwendig ein Mittelding darzu erfodert, wenn entfernte Körper in uns wirken sollen.

§. 350.

Ich zweifele nicht daran, daß mir nicht alle Naturkündiger dieses zugeben werden, daß eine behülfliche Materie zum Sehen entfernter Körper vonnöthen sey; allein verschiedene machen sich wohl einen ganz andern Begriff von der Sache, als ich: daher will ich erst die Meynungen anderer vortragen, und dabey zeigen, aus welchen Gründen ich ihnen nicht beystimmig seyn kann; alsdenn werde ich auch meine Meynung, wie ich mir die Vorstellung von der Sichtbarkeit der Körper mache, der Beurtheilung meiner geneigten Leser vorlegen. Einige

machen

machen sich diese Vorstellung: ein brennender oder auch nur ein leuchtender Körper werde in fast unendlich kleine Theilchen aufgelöset, und diese würden mit unbeschreiblich großer Geschwindigkeit nach allen Gegenden zerstreuet, welche zerstreuten Theilchen sie Lichttheilchen nennen. Kommen nun solche Lichttheilchen gerades Weges von dem brennenden oder leuchtenden Körper in unser Auge; so machen sie durch den Stoß, den sie in den Augen verursachen, uns diejenige Empfindung, die wir Licht nennen. Schlagen aber die Lichttheilchen erst an andere von uns entfernte Körper an, und prallen sie von der Oberfläche wiederum ab, daß sie, so zu sagen, durch den Abschlag (par bricole) in unser Auge kommen; so machen sie uns diejenigen Körper, von deren Oberfläche sie abgeschlagen sind, sichtbar, und wir nennen alsdenn die Körper, die uns sichtbar sind, erleuchtet. So viel hat seine Richtigkeit, ein brennender oder leuchtender Körper muß nothwendig gegenwärtig seyn, wenn wir andere an sich dunkele Körper sehen wollen: allein ob die Sache mit dem Sehen so zugehen könne, wie ich es eben beschrieben habe, das wollen wir bald untersuchen.

§. 351.

Es hat auch dieses seine Richtigkeit, daß wenigstens bey einem brennenden Körper eine Auflösung in seine kleinsten Theile vor sich gehet:

allein daß diese aufgelösten Theile nach allen Gegenden mit einer entsetzlich großen Geschwindigkeit zerstreuet werden sollten, so daß sie auf viele hundert tausend Meilen Weges weit, ja sogar auf viele Millionen Meilen weit, mit einer so entsetzlichen Geschwindigkeit, als sich das Licht fortpflanzt, bewegt werden sollten, das ist theils unbegreiflich, theils unmöglich. Unbegreiflich und unmöglich ist es, weil sonst ein endlicher Körper in unendliche Theile müßte getheilt werden können. Ich will nur ein Beyspiel anführen. Wenn eine Armee von 100000. Mann auf einer großen Ebene in einem Zirkel gestellet wäre, und in der Mitte dieses Zirkels stünde ein einziger Mensch, der eine Flinte loß schösse; so würde dieses bey einer großen Dunkelheit und bey reiner Luft, von der ganzen Armee können gesehen werden. Ja nicht nur alle die Leute, welche in dem Umkreise dieses Zirkels stünden, würden dieses in einem Augenblicke sehen, sondern wenn auch die ganze Zirkelfläche mit Leuten angefüllet wäre; so würden sie es eben auch alle in einem Augenblicke sehen. Wer kann nun begreifen, daß die kleine Masse Pulver, welche zum Schuß in eine Flinte geladen wird, in so viel Theile könne getheilt werden, daß in einem Augenblicke nicht nur der ganze Raum, der ungefähr fünf Meilen im Umkreise betragen mögte, angefüllet werden könne? Ueberdem kommen nicht irgend nur einige wenige Theilchen in eines jeden Zuschauers

schauers Auge, sondern jeder siehet die ganze Flamme: daher müßte die kleine Masse Pulver nicht nur in so viel Theile getheilt werden, als zu der ganzen Flamme, die in einem Augenblicke entstehet und vergehet, erfodert werden; sondern die ganze Flamme müßte so zu sagen zugleich so vielmal vorhanden seyn, als nur immer Zuschauer da wären: beydes ist nicht nur unbegreiflich, sondern auch unmöglich.

§. 352.

Wollen wir die §. 350. beschriebene Art, wie uns die erleuchteten Körper sichtbar werden, untersuchen; so mögte dabey, wenn die zerstreueten Lichttheilchen von den Flächen der Körper abspringen sollten, eine ungeheuere Verwirrung unter denselben entstehen, indem viele bey dem Zurückspringen einander anstossen würden, und dadurch von ihrem Wege, den sie zu gehen von der Oberfläche der Körper wären bestimmet worden, abgeleitet werden müßten. Wie könnten sie uns also eine richtige Beschaffenheit der Flächen der Körper, von denen sie abgesprungen wären, darstellen? Daß aber das Abspringen nach allen Gegenden zugleich geschehen müsse, ist daraus abzunehmen, weil ein Körper von vielen Orten aus zugleich kann gesehen werden, und auch wiederum viele Körper, die zugleich gegenwärtig sind, zugleich gesehen werden.

Wo ich nicht irre; so entsinne ich mich, diese Erklärungsart in einem Buche, das ich sonst sehr hochschätze, wohl schon vor zwanzig Jahren gelesen zu haben. Diese Materie ist daselbst mit vieler Scharfsinnigkeit, und mit dabey angebrachten vielen Berechnungen abgehandelt worden: und ob ich gleich dazumal schon der Sache nicht beystimmig war; so habe ich es doch mit vielem Vergnügen gelesen, und ich kann versichern, es wird jedem, der es lesen wird, viel Vergnügen erwecken. Die Stelle aber kann ich iezt nicht citiren.

§. 353.

Andern hat die heftige Bewegung der Feuer- oder Lichttheilchen in einem leeren Raume zu groß geschienen. Sie nehmen daher eine besondere Materie des Lichts an, die sie sich als kleine sehr elastische Kügelchen gedenken: diese würden nun von einem brennenden oder leuchtenden Körper nach allen Gegenden in eine heftige Bewegung gesetzt. Damit sie aber (vermuthlich) einen so weiten Weg zu laufen nicht müde werden mögten; so setzen sie in gewissen Entfernungen wieder andere, an welche die ersten anstoßen sollen. Diese andern, wenn sie angestoßen sind, laufen gegen die dritten, welche wieder in einer gewissen Entfernung von ihnen abstehen, und so gehet das Relais fast bis ins unendliche fort. (Vermuthlich hat man diesen Gedanken vom Curierreuten genommen,

weil

weil man da mit untergelegten Pferden am geschwindesten vom Flecke kömmt). Damit aber auch der Ort, von dem die Bewegung ihren Anfang genommen hat, nicht leedig bleiben mögte; so müssen diese Kügelchen höchst elastisch seyn, und durch diese Elasticität muß eine jede wiederum von der andern, an die sie angestossen ist, zurück geschlagen werden. Auf diese Art gehet nun der Lerm mit dem Anstoßen und Abprallen rückwärts und vorwärts vor sich, daß es nur eine Lust seyn muß, es anzusehen. Die Unmöglichkeit dieser Erklärungsart erhellet schon aus den Sätzen, die ich im zweyten, dritten und vierten Hauptstücke vorgetragen habe, besonders, was das Zurückprallen betrift. Das Anstoßen mögte nach der Art wohl noch möglich seyn. Ich mag mir aber doch eine noch so große Elasticität gedenken; so kann unter diesen Umständen dennoch kein Zurückprallen statt finden. Von der Unordnung, die daraus leicht entstehen könnte und müßte, will ich nicht einmal etwas gedenken.

§. 354.

Ich könnte noch sehr viele Theorien vom Lichte und vom Sehen anführen, die aber alle, wenn wir sie genau untersuchen wollten, vielen Schwürigkeiten unterworfen seyn mögten. Ich würde dadurch von meinem Zwecke zu weit abgeführet werden, und außer dem nichts gewinnen: vielleicht bekomme ich in der Folge der

Zeit mehrere Gelegenheit hierzu. Ich will also nur gerades Weges zu dem Vortrage meiner Theorie schreiten. In dem §. 166. habe ich gezeigt, daß, obgleich zwo Kugeln oder zween Theile der Körper, die einander in einem flüßigen Wesen unmittelbar berühren, nur in einem einzigen Punkte sich berühren können; daß aber dem ohnerachtet der Druck des flüßigen Wesens gegen beyde einander berührende Kugeln, der sie beyde gegen einander drücket, beträchtlich werden müsse, weil eine beträchtliche Anzahl Theile des flüßigen Wesens, durch die Flächen der Kugeln, welche zwar einander nur in einem einzigen Punkte berühren können, aber doch in der Gegend, wo der Berührungspunkt mitten inne liegt, so nahe an einander sind, daß keine Theilchen des flüßigen Wesens zwischen den Theilen der Körper seyn können, abgehalten werden, den ihnen gegenüberstehenden Theilchen des flüßigen Wesens entgegen zu drücken. Es ist also zwischen zweyen Theilen der Körper, die zusammenhangen, allemal ein ganz leerer Raum, wie die Fig. 28. zeiget. Werden nun zusammenhangende Theile eines Körpers entweder durch äußerliche Gewalt, oder durch eine heftige Bewegung des flüßigen Wesens, welches sie sonst zusammenhält, von einander getrennet; so müssen nothwendig die Theilchen des flüßigen Wesens in das vorher leere Räumchen mit größter Geschwindigkeit eintreten; denn das flüßige Wesen ist schon von

allen

allen Seiten her durch die Wirkung Gottes gedrückt; also müssen die Theilchen, so bald ein leeres Räumchen entstehet, dahin bewegt werden, wo kein Druck mehr ist. Es muß also in dem Falle, wenn die zusammenhangenden Theile eines Körpers getrennet werden, das flüßige Wesen, welches wir Aether nenneten, und welches durch seinen Druck den Zusammenhang der Theile bewirket hatte, von allen Seiten her mit der größten Heftigkeit in des leere Räumchen, worein es nunmehro kommen kann, eintreten: in der Mitte des Räumchens aber müssen also die Theilchen des Aethers an einander stoßen.

§. 355.

Theils muß man schon aus dem vorhergehenden eingesehen haben, daß durch jeden Stoß eine dem Stoße verhältnißmäßige Bewegung erfolgen müsse: theils beweiset es die Erfahrung, daß wirklich eine Bewegung erfolgt. Wenn nun mehrere Stöße geschwinde hinter einander erfolgen; so nennet man dieses eine Erschütterung. Daß dergleichen Erschütterungen so wohl in festen, als flüßigen Körpern statt finden, das kann vielfältig durch die Erfahrung dargethan werden. Z. B. es fährt ein Wagen über die Straße, (wenn er auch bisweilen einige hundert Schritte von uns ist), so zittern unsere Häuser also, daß wir es merklich fühlen: vom Hören will ich gar nichts sagen. Wer

sollte nicht ein Glas angestoßen haben, daß es geklungen hätte? Ist nun zu der Zeit, da das Glas klinget, Wasser, Bier, oder Wein in demselben; so kann man, wenn man Achtung giebt, das Zittern, oder die Erschütterung dieser flüssigen Wesen sehr deutlich wahrnehmen. Doch hat man sich eben nicht darüber zu verwundern, daß auch die stärksten Beobachter, wenn sie die Versuche mit dem Klingen der Weingläser anstellen, sich wenig um das Zittern des Weines in den Gläsern bekümmern. Der Einfall, oder der auswendig gelernte Gedanke eines witzigen Spaßvogels, der bey solchen Gelegenheiten vorgebracht wird, und die Süßigkeit des Weines macht leicht, daß man der Beobachtung vergißt.

§. 356.

Bald wäre ich auf Abwege gekommen. Mittler Weile haben wir aber doch wahrgenommen, daß durch wiederholte kleine kurz auf einander folgende Stöße Erschütterungen in aller Art Körpern entstehen können. Wir wollen noch ferner untersuchen, wie diese Erschütterungen in flüßigen Wesen sich fortpflanzen, ob unter gewissen Umständen zu der Fortpflanzung einer Erschütterung in mancherley Körpern eine gewisse Zeit erfodert werde, und ob man daher der Fortpflanzung der Erschütterung eine Geschwindigkeit mit Recht zueignen könne; oder ob unter gewissen Umständen die

Fort-

Fortpflanzung augenblicklich, pünktlich, (momentanee) geschehen könne, auch ob die Fortpflanzung einer Erschütterung in einem flüßigen Wesen einen gewissen Weg nehmen müsse.

Daß der Stoß in einem flüßigen Wesen unter manchen Umständen sich so zu sagen von einem Punkte aus nach allen Gegenden nach und nach ausbreite, und daß man ihm, oder vielmehr der aus dem Stoße entstehenden Erschütterung des flüßigen Wesens deshalb eine Geschwindigkeit zueignen könne, das beweiset nicht nur der Schall in der Luft, welcher auch weiter nichts, als eine durch einen plötzlichen Stoß entstandene Erschütterung derselben ist; sondern, wenn man einen Stein auf eine stillstehende Fläche des Wassers wirfet, so kann man sich ebenfalls einiger maaßen eine Vorstellung machen, wie nach und nach die Ausbreitung nach allen Gegenden geschiehet, indem man die daher entstehenden Wellen, welche nach allen Gegenden in Zirkeln sich auf der Fläche des Wassers ausbreiten, beobachtet. Eine dergleichen Ausbreitung der Erschütterung nach allen Gegenden, wozu eine Zeit erfodert wird, kann aber nur unter den Umständen statt finden, wenn entweder die Theile des flüßigen Wesens können zusammen gedruckt werden, und sich hernach wiederum ausdehnen, kurz wenn die Theile des flüßigen Wesens elastisch sind, wie bey der Luft. Oder wenn die Theile des flüßigen Wesens auf irgend eine Weise

sonst wohin ausweichen können, ohne daß sie die entfernteren Theile eben desselben flüßigen Wesens zugleich mit aus ihrer Stelle rückten, wie z. B. bey der Oberfläche des stillstehenden Wassers. In allen andern Fällen, wo einer von den beyden hier angeführten Umständen nicht statt findet, würde auch die Erschütterung des Körpers, er sey fest oder flüßig, in allen Theilen desselben in dem Moment, da der Stoß geschiehet, erfolgen, und also augenblicklich seyn. Bey harten oder festen Körpern lehret dieses schon die tägliche Erfahrung.

§. 357.

Wenn wir uns an den §. 120. erinnern; so haben wir aus der daselbst angeführten 22ten Figur gesehen, daß in dem Moment, da eines von der unbegreiflichen Menge Kügelchen, die alle einander so viel, als es möglich ist, unmittelbar berühren, bewegt werden würde, alle zugleich zerstreuet, und also bewegt werden müßten. Nun könnte von allen Kügelchen keine Bewegung geschehen, wenn die Kügelchen, die zwar in diesem Falle alle einander unmittelbar berühren, aber außer dem keine Bestimmung haben, nicht alle zugleich vermöge der Bewegung des einen Kügelchens gedruckt würden. Weil sie nun vorher, ehe eine Bewegung geschiehet, alle einander schon unmittelbar berührt haben; so müssen sie auch in dem Augenblicke, da eines anfänget bewegt

zu

zu werden, alle bewegt werden. Eben so, wie nun in dem Falle, wenn die Kügelchen in einem leeren Raume durch die Bewegung eines einzigen alle zugleich aus einander gehen würden, eben so ist zu begreifen, daß alle Theilchen eines flüßigen Wesens, obgleich das Ganze von außen her von allen Gegenden zusammen gehalten würde, wenn auch nur eines von ihnen plötzlich angestoßen würde, diesen Stoß in einem Moment erdulten müßten. Eben ein solcher Stoß, der durch das Zertrennen der Theile eines Körpers in den Theilen des flüßigen Wesens entstehet, §. 354. und der in einem leeren Raume ein Zerstreuen der Theile des flüßigen Wesens verursachen würde, (§. 120.) macht, wenn er wiederholet wird, in dem flüßigen Wesen, welches allenthalben eingeschlossen ist, das, was ich Erschütterung nennte. Eine solche Erschütterung des Aethers kann und muß in unserm Körper, besonders in unsern Augen einen Druck, das ist, eine Veränderung des Zustandes derselben machen: wenn wir aber diese Erschütterung des Aethers mit unsern Augen wahrnehmen, so nennen wir dieses Licht.

§. 358.

Dergleichen Erschütterung müßte in einem Moment durch das ganze flüßige Wesen, welches ich Aether nenne, können empfunden werden, wofern die Werkzeuge unseres Körpers,

wo:

wodurch wir das Licht empfinden, nämlich die Augen, empfindsam genug wären, und überdem keine Hinderniß im Wege stünde, welche machet, daß die in der Ferne entstandene Erschütterung unser Auge nicht treffen, und in dasselbe nicht wirken kann. Es fragt sich also, wie ist das möglich, daß eine Erschütterung eines flüßigen Wesens, worinn wir mit eingeschlossen sind, könnte entstanden seyn, ohne in unserm Auge eine Veränderung zu machen; oder wie ist es möglich, daß dergleichen Erschütterung könne verhindert werden, nicht in unser Auge zu kommen? Beydes wollen wir itzt untersuchen. Wenn ein Stoß geschiehet, es sey nun an einen festen Körper, oder an die Theile eines flüßigen Wesens; wenn nämlich die Theile des flüßigen Wesens unveränderlich in ihrer Figur sind, d. i. wenn sie entweder als ursprüngliche Theile unveränderlich, oder vollkommen harte sind, und überdem so nahe, als möglich ist, beysammen liegen: so muß dieser Stoß doch allemal eine gewisse Richtung haben. Z. B. wenn bey der Fig. 22. ein Stoß an das Theilchen A geschähe, ungefähr nach *x* zu, und alle Theilchen des flüßigen Wesens als gleichartige Kügelchen so nahe, als möglich, mit einander verbunden wären; so würde A. die Kügelchen 1, 1, 1, anstoßen, diese würden in dem nämlichen Moment, da sie gestoßen werden, die Kügelchen 2, 2, 2, 2, 2, 2, stoßen, und diese die Kügelchen in der Schicht mit 3. bezeichnet.

zeichnet. Dieses Stoßen würde sich also von A aus bis ins unermeßliche erstrecken: und wenn wir nun untersuchen wollten, von welcher Gegend her, oder nach welcher Richtung jedes Kügelchen sey gestoßen worden; so mögen wir bey einem Kügelchen den Anfang der Untersuchung machen, bey welchem wir wollen, wir werden allezeit finden, daß jedes Kügelchen von denen sey gestoßen worden, welche näher gegen A zu gelegen sind. Gesetzt unser Auge befände sich mit innerhalb dem flüßigen Wesen, und zwar an einem solchen Orte, wo die Richtung des Stoßes, der in einer Entfernung von uns entstanden wäre, gegen unser Auge gienge; so würden wir dergleichen Stöße des Aethers mit unserm Auge empfinden können, wir nennen sie Licht; und wir sind auch durch die vielfältige Erfahrung und Uebung im Sehen zu einem solchen Grade der Beurtheilungskraft gekommen, daß wir den Ort auch in einer ziemlichen Entfernung bestimmen, wo der Körper, durch welchen, indem er in seine kleinsten Theile aufgelöset wird, die Erschütterung des Aethers entstehet. Dergleichen Körper, bey welchen die Auflösung in die kleinsten Theile vor sich gehet, nennen wir einen brennenden oder leuchtenden Körper.

§. 359.

In der weisen Einrichtung, die der gütige Schöpfer und Erhalter der Welt, bey dem

Bau der thierischen Augen angewendet hat, liegt der Grund, daß wir aus der verschiedenen Empfindung, die eine erregte Erschütterung des Aethers in unserm Auge machet, im Stande sind, ein Urtheil von der Beschaffenheit und dem Orte der sichtbaren Dinge zu fällen. Es ist aber hier der Ort noch nicht, daß ich mich auf die völlige Erklärung des Sehens einlassen könnte, sondern dieses wird erst in demjenigen Theile meines vorhabenden Werkes geschehen können, wo ich von der Wirkung der Körper in unsere Sinne besonders handeln werde. Jetzo ist mein Bemühen nur dieses, aus dem Sehen entfernter Körper die nothwendige Gegenwart des den ganzen Weltraum anfüllenden flüßigen Wesens, welches ich Aether genennet habe, darzuthun. Um uns nun noch mehr von der Gewißheit der Gegenwart dieses Aethers zu überzeugen, will ich noch einige Gründe, die ich auch vom Sehen hernehme, anführen. Gesetzt wir befänden uns zwar in dem Aether, der durch einen leuchtenden Körper erschüttert würde; unsere Augen wären aber von dem Orte, wo diese Erschütterung entstünde, abwärts gekehret: so könnte unmöglich der Druck, oder vielmehr der Stoß, welcher, wenn er wiederholet wird, die Erschütterung, die wir Licht nennen, hervorbringet, unser Auge treffen, und in demselben eine Veränderung des Zustandes machen, weil der Druck in Ansehung der Richtung vielmehr von unserm Auge abwärts

abwärts gienge. Eben so leicht begreiflich ist es, daß ein fester Körper, der zwischen unserm Auge und dem leuchtenden Körper in der geraden Linie stehe, verhindern müsse, daß die Erschütterung nicht in unser Auge treffe, daß wir folglich kein Licht unter solchen Umständen empfinden können, ob gleich eine Erschütterung des Aethers wirklich geschähe.

§. 360.

Gesetzt aber, es wären um und neben uns herum an vielen Orten feste Körper auch in sehr verschiedenen Entfernungen von uns, und an einem Orte entstünde durch einen leuchtenden oder brennenden Körper eine Erschütterung des Aethers; so ist nun schon begreiflich, daß, wenn auch unser Auge einen solchen Stand in Ansehung des leuchtenden Körpers hätte, daß es die von demselben selbst entstehende Erschütterung nicht wahrnehmen könnte, daß sage ich die Erschütterung durch den Anstoß an einen jeden festen Körper so zu sagen von neuem eine Richtung nach allen Gegenden von den festen Körpern aus bekommen müsse. Wenn nun dergleichen Erschütterung des Aethers, deren Richtung durch einen außerhalb uns befindlichen festen Körper anders bestimmt worden ist, unser Auge trift; so nennen wir einen solchen Körper, von dem die Erschütterung des Aethers bloß durch seine Gegenwart an dem Orte auch in unser Auge zu wirken ist be-

stimmet worden, erleuchtet. Solche Körper sind uns alsdenn sichtbar, welches sie ohne die, durch einen leuchtenden Körper, der die Erschütterung des Aethers bewirkte, erregte Erschütterung nicht waren. Wenn ich eine Vergleichung machen soll; so hat ein leuchtender Körper mit einem klingenden eine Aehnlichkeit: denn dieser erschüttert die Luft, und jener erschüttert den Aether. Ein erleuchteter Körper aber thut beym Sehen das, was wir beym Hören das **Echo** nennen. Ich habe hier ein Gleichniß gegeben, und ich besinne mich nun erst, daß dieses aus meinen vorhergehenden Sätzen noch nicht bekannt seyn kann. Indessen ist dies im gemeinen Leben gar sehr gebräuchlich, daß man, um eine etwas dunkele Sache begreiflich zu machen, öfters eine eben so dunkele Sache zur Erläuterung anführet. Es mag also nur so bleiben: ich hoffe doch, der meiste Theil meiner geneigten Leser werde verstehen, was ich damit haben will.

§. 361.

Jetzt habe ich nur noch eine kleine Errinnerung zu machen. Man pflegt gemeiniglich die Richtung, unter welcher eine Erschütterung des Aethers in unser Auge wirket, sie mag nun unmittelbar von einem leuchtenden Körper in das Auge kommen, oder durch einen erleuchteten Körper erstlich darzu bestimmt worden seyn, einen **Lichtstrahl** (radius lucis oder luminis)

zu

zu nennen, so wie man auch den Weg, auf welchem der Schall in unser Ohr kömmt, den Klingstrahl (radius sonorus) nennet. So schön der Ausdruck auch ist, so möchte ich ihm bey dem Sehen doch nicht gern beybehalten, indem man leicht den Gedanken damit verknüpfet, als gienge bey dem Sehen eine wirkliche Bewegung des Lichtes von dem leuchtenden Körper gegen unser Auge vor sich, oder wenigstens brauche das Licht einige Zeit, ehe es von dem Orte, da es entstehet, in unser Auge gelangen könne. Nach der hier gegebenen Theorie vom Lichte aber geschiehet gar keine Fortpflanzung des Lichts: denn so bald eine Erschütterung oder ein Stoß geschiehet, kann sie auch allenthalben wahrgenommen werden. Es fehlet mir nicht an Gründen und Versuchen, wodurch ich diese Sätze a priori und a posteriori beweisen könnte: allein es ist hier eigentlich mein Vorsatz nicht die Lehre vom Sehen abzuhandeln; sondern ich will nur daraus, daß wir in die Ferne sehen können, die gewisse Gegenwart des Aethers, der den ganzen Weltraum erfüllet, erwiesen haben.

§. 362.

Man könnte mir noch diese Einwendung machen, ich hätte ja §. 175. und 178. bewiesen, daß bey einer Bewegung eines Körpers in einem flüßigen Wesen, die Theile des flüßigen Wesens auf der vorderen Seite von einander getrennet,

trennet, und auf der hinteren Seite wiederum vereiniget werden müßten; dieses könne ja auch nicht ohne ein Aneinanderstoßen der Theilchen des Aethers geschehen; also müßte auch in diesem Falle eine Erschütterung des Aethers vor sich gehen, und wir müßten also Licht empfinden, welches doch in der Erfahrung nicht gegründet wäre. Hier antworte ich: erstlich werden diese Theilchen bey einer Bewegung nur so an einander weg geschoben. Es geschiehet also eigentlich kein Stoß, und also keine eigentliche Ursach einer Erschütterung des Aethers. Ueberdem geschiehet dieses auch nicht mit sattsamer Geschwindigkeit. Zweytens will ich auch zugeben, es geschehe hierbey eine Erschütterung, wiewohl nur eine schwache; gesetzt es sey: so sind doch unsere Augen nicht empfindsam genug, daß sie alles wahrnehmen könnten; daher sehen wir dabey kein Licht. Genug hiervon. Das Sehen überführt uns schon von der gewissen Gegenwart des Aethers. Außer dem werden wir noch mehr durch die Erscheinungen des Magnets, der Elektricität, des Feuers, und vieler andern Dinge von der wirklichen Gegenwart des Aethers überzeugt, welcher in den Zwischenräumchen aller Körper befindlich seyn muß. Ja, wenn wir auch alle dieser Erscheinungen wegen noch so künstlich ausgedachte Hypothesen verwerfen wollen; so müssen wir doch bey dergleichen Erscheinungen die Gegenwart eines zarten flüßigen Wesens zugeben,

wenn wir nämlich vernünftig über diese Natur Begebenheiten raisonniren wollen.

§. 363.

Jetzt wollen wir das Sonnensystem ein wenig genauer betrachten, und sehen, was die Beobachter durch viele Mühe und Rechnungen heraus gebracht haben. Es ist hierbey zu merken, daß der Maasstab, welchen wir am Himmel und bey den Sternen gebrauchen, der halbe Durchmesser unserer Erde ist, dieser beträgt aber an Rheinländischen Schuhen = 20,270,000, und das macht nach teutschen Meilen ungefähr = 860. Ich muß hier erinnern, daß ich das Maas angebe, wie es in dem Berliner lateinischen Calender vom Jahr 1754. befindlich ist. Man hat zwar neuere Berechnungen, allein ich behalte diese bey, weil ich in meinem Traktate von der Ursach der Bewegung der Planeten von 1772. die Berechnungen einmal darauf gegründet habe. Wollte ich nun das Maas nach andern Beobachtungen angeben; so wäre ich genöthiget, jene weitläuftigen Berechnungen auch nach dem andern Maaße umzuschmelzen, und dieses befinde ich nicht für nöthig. Denn überhaupt ist mir, als einem, der von den Naturbegebenheiten einen richtigen und faßlichen Grund anzugeben sich bemühet, nicht darum zu thun, daß ich die Himmelsbegebenheiten aufs genaueste berechnen wollte, nein, ich begnüge

mich, wenn ich die Sache also vortrage, daß man im Ganzen den Zusammenhang der Naturbegebenheiten einsiehet, übrigens minima non curat praetor. Gesezt ich fehlte auch bey der Größe eines Planeten im Durchmesser um ein paar tausendtheilchen, würde dieses wohl einen wichtigen Verschlag in der Theorie machen? Ich halte es wenigstens immer für eine Kleinigkeit. So auch, wenn durch die Angabe eines Maaßes bey der Entfernung eines Planeten von der Sonne um einige Tausendtheilchen gefehlet würde, so würde doch deswegen kein großes Unglück daraus entstehen, ich würde dem ohngeachtet das Planetensystem genau genug bestimmet haben. Ein anderes wäre es, wenn ich als Mathemathiker, der selbst Beobachtungen bey himmlischen Körpern anstellete, nicht das genaueste Maas angeben würde, und hieraus Himmelsbegebenheiten berechnen wollte: da könnte bisweilen aus einer kleinen Unrichtigkeit ein großer Irrthum entstehen.

§. 364.

Man theilet den halben Durchmesser der Erde, der das Maas am Himmel ist, in 100 Theile, um hiernach die Größe der Durchmesser der übrigen Planeten zu bestimmen. Wenn demnach der halbe Durchmesser der Erde 100 Theile hat; so hat der halbe Durchmesser

der Sonne 7700 —,
— — des Merkurs 32 —,
— — der Venus 87 —,
— — der Erde 100 —,
— — des Mars 73 —,
— — des Jupiters 770 —,
— und des Saturns 419 —, solche Hunderttheilchen. Aus diesen Verhältnißen der halben Durchmesser folget, daß das Verhältniß des körperlichen Innhalts folgendes sey. Nämlich die Sonne ist = 456, 533 mal größer, als unsere Erde. Der Merkur hingegen ist nur den 30ten Theil so groß, als unsere Erde, d. i. man könnte den Merkur 30 mal an einander setzen, und es würde erstlich so eine große Kugel, als unsere Erde ist, entstehen. So könnte man die Venus $1\frac{1}{2}$ mal an einander setzen, wenn sie so groß, als unsere Erde werden sollte, d. i. sie ist $\frac{3}{4}$ so groß, als unsere Erde. (Man verzeihe mir, daß ich mich so gemeiner Ausdrücke bediene: ich muß es um der kleinsichtigen willen thun; denn bisweilen kömmt doch einmal ein Buch an einen Mann, der ihm nicht gewachsen ist, der doch aber von sich denken kann, er sey auch ein Mann von Einsicht. Hat man es nun einem solchen nicht recht eingetrichtert; so macht er gleich mit einer Einsichtsvollen Miene einen krummen Schluß, und bürdet einem etwas auf, daran man nicht gedacht hat. Wie könnte sonst der Recensent meines Traktats von der

Ursach der Bewegung der Planeten ꝛc. in dem ersten Stücke der Hamburger gelehrten Zeitungen von 1773. aus meinem Vortrage daselbst geschlossen haben, ich ließe den Jupiter jährlich ein oder zweymal, das weis ich selbst nicht gewiß, zwischen unserer Erde und der Sonne hindurch gehen. Ich kann nicht anders vermuthen, als der Jupiter müsse bey einem solchen Durchgange auch einmal durch sein Gehirn gegangen seyn, und da eine kleine Unrichtigkeit verursacht haben, außer dem kann er mir gewiß so etwas nicht aufbürden). Der Mars würde $2\frac{1}{2}$ mal zusammen genommen unserer Erde gleich werden, das ist, er ist $\frac{3}{8}$ von unserer Erde. Jupiter hingegen ist 456 mal gröſser, als unsere Erde, und Saturnus 73 mal.

§. 365.

Die Sonne stehet in unserm Sonnensystem meist in dem Mittelpunkte, sie drehet sich in Zeit von 27 Tagen und ungefähr 9 — 10 Stunden einmal um ihre Axe von Abend gegen Morgen, welches wir mit der gröſsten Wahrscheinlichkeit aus der Bewegung der Sonnenflecken, die vermuthlich gröſstentheils weiter nichts als Sonnenwolken sind, schlieſsen. Die Axe der Sonne ist nach unsern Weltgegenden zu rechnen von Mittag gegen Mitternacht gerichtet. Man hält die Sonne für einen brennenden Körper, weil sie unsere Erde mit ihren Strahlen nicht nur erleuchtet, sondern auch erwär-

erwärmet, wie dieses unsere brennende Körper auch thun. Diesemnach könnte nach unserer Denkungsart die Sonne nicht bewohnt seyn. Wie wäre es aber, wenn man den wahren Grund der Electricität entdecken könnte? Ich glaube, man würde alsdenn mit vieler Wahrscheinlichkeit beweisen können, die Sonne sey ein electrischer Körper. Vielleicht bin ich im künftigen im Stande, diesen Beweis selbst führen zu können. Man würde alsdenn nicht zweifeln, daß auch die Sonne bewohnt wäre.

§. 366.

Nahe bey der Sonne sehen wir bisweilen kurz nach ihrem Untergange, oder kurz vor deren Aufgange den Stern oder Planeten, welchen wir Merkur nennen. Dem Ansehen nach steiget er nur von der Sonne in die Höhe. Wenn er seine größte Höhe erreicht hat, stehet er kurze Zeit stille, hernach gehet er wiederum nach der Sonne zu, bis er sich unter die Strahlen derselben verbirget. Diese Erscheinungen macht er so wohl zu der Zeit, wenn wir ihn des Abends nach der Sonnen Untergange bey derselben sehen, als auch Frühe vor der Sonnen Anfgange, nur in umgekehrter Ordnung. Diese Bewegungen geschehen in sehr verschiedenen Zeiten, d. i. bald braucht er eine lange Zeit, ehe er bis auf seine größte Entfernung von der Sonne hinweg kömmt, alsdenn aber, wenn er wiederum von seiner

größten

gröſsten Entfernung nach der Sonne zuläuft, geschiehet dieses in einer viel kürzeren Zeit. Siehet man sein Licht mit bloſsen Augen an, so wird man so groſse Veränderungen niemals dabey wahrnehmen; mit dem Fernrohre aber betrachtet, bemerken wir, daſs das Licht des Merkurs eben solche Veränderungen leidet, wie das Licht des Mondes, nämlich bald siehet es wie eine schmahle Sichel, bald wird die Sichel (Falx) etwas breiter, bald erscheinet uns das Licht wie eine halbrunde Scheibe, bald höckericht; nur niemals ganz rund. Alle diese Veränderungen richten sich nach dem Stande des Merkurs und des Zuschauers in Absicht auf die Sonne; also daſs man mit völliger Gewiſsheit aus den Veränderungen des Lichtes des Merkurs schlieſsen kann, der Merkur sey ein kugelförmiger Körper, von den Strahlen der Sonne erleuchtet. Diese erleuchtete halbe Seite, welche also beständig nur gegen die Sonne gekehret seyn kann, ist das Licht desselben, das wir sehen. Nachdem aber unser Standort und der Standort des Merkurs in Absicht auf den Ort der Sonne verschieden ist, nach dem können wir einen gröſseren oder kleineren Theil davon zu sehen bekommen: und hieraus entstehen die Veränderungen des Lichtes. Messen wir die Gröſse desselben bey verschiedenen Stellungen; so finden wir sie auch sehr abwechselnd, doch aber also, daſs wir alsdenn, wenn wir einen groſsen Theil seiner Erleuch-

leuchtung sehen, die wahre Größe des Merkurs klein, wenn wir aber einen kleinen Theil der Erleuchtung sehen, die wahre Größe groß finden.

§. 367.

Aus allen diesen hier angeführten Umständen zusammen, und aus noch mehreren, die ich aber der Kürze wegen nicht anzuführen willens bin, schlüßen wir mit völliger Gewißheit, Merkur bewege sich in einem Kreise von Abend gegen Morgen um die Sonne herum, so daß, um völlig herum zu kommen, eine Zeit von 87 Tagen, 23 Stunden, 15 Minuten, und 30 Sekunden erfodert wird. Ich will hier nur eine kleine Erinnerung anbringen. Wenn ich sage, die Axe der Sonne, um welche sie sich drehet, sey von Mittag gegen Mitternacht gerichtet, so weis jederman, der nur einmal von einem Globus etwas gehöret hat, daß der Zirkel, den man sich auf einer Kugel, die um eine Axe gedrehet wird, gedenket, welcher die Axe der Kugel nicht nur unter einem rechten Winkel durchschneiden würde, sondern auch von jedem Pole 90 Grad abstehet, und also durch den Mittelpunkt der Kugel gehen muß, der Aequator genennet wird. Verfolgen wir nun diese Zirkelfläche, welche der Aequator der Sonne ist, in Gedanken, durch unser ganzes Sonnensystem; so würde dadurch das Sonnensystem in die Mittags- und Mitternachts-Seite

ge-

getheilt werden: und wir können dadurch von vielen Himmelsbegebenheiten uns eine deutliche Vorstellung auf eine leicht begreifliche Art machen. Der Kreis nun, in welchem der Merkur um die Sonne bewegt wird, gehet nicht beständig mit dem Aequator der Sonne parallel, oder gar in denselben, sondern er durchschneidet ihn so, daß der Merkur bisweilen auf die Mittagsseite, bisweilen auf die Mitternachtseite von dem Sonnenaequator abweichet. Eben also sehen wir, daß der Kreis, welchen der Merkur um die Sonne beschreibt, nicht immer an allen Orten gleich weit von der Sonne entfernet sey, also auch nicht ein völliger Zirkel sey, in dessen Mittelpunkte die Sonne befindlich wäre: sondern dem Ansehen nach ist die Bahn des Merkurs eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne stehet.

§. 368.

Wir sehen also die Bewegung des Merkurs um die Sonne nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit: denn die Grade einer Ellipse sind nicht gleich groß; und dennoch werden alle Grade der Ellipse, sie mögen groß oder klein seyn, in gleicher Zeit durchlaufen. Unmöglich kann ich mir gedenken, daß so wohl in Ansehung der Richtung bey einer krummlinigten Bewegung, als in Ansehung der Geschwindigkeit, solche Veränderungen vor sich gehen sollten,

ten, daß diese Dinge, nämlich die Krümme und die Geschwindigkeit, bald ab bald zunehmen könnten: wie verschieden müßten da die Ursachen von diesen Bewegungen wirken? Noch vielweniger lassen sich dergleichen Veränderungen als möglich gedenken, wenn eine Bewegung nur eine Fortdauer einer Wirkung wäre, die durch Gottes Allmacht zur Zeit der Schöpfung in die Planeten gewirket hätte. Ich kann daher nicht glauben, daß die Bewegungen, so wohl des Merkurs, als aller übrigen Planeten, in Ellipsen wirklich geschähen, wo noch darzu die Sonne in einem Brennpunkte stünde. Daß wir es so sehen, und aus dem Sehen so berechnen, das gebe ich gern zu: allein ob das Sehen, indem es durch unsere Luft geschiehet, nicht die Ursach sey, daß wir einen völligen Zirkel, in dessen Mittelpunkte die Sonne stehet, als eine Ellipse sehen, in deren einem Brennpunkte die Sonne stehet, dies ist eine Frage, welche wohl noch nicht völlig entschieden seyn mögte. Ich getraue mir sie zu entscheiden, aber freylich nicht ehr, als bis ich vom Sehen handeln werde: und dieses soll, so Gott will, bald geschehen. Eben aus der Ursach, weil wir die Bahnen der Planeten als Ellipsen sehen, folget, daß wir die Entfernungen eines Planeten von der Sonne zu verschiedenen Zeiten verschieden sehen müssen. Man hat daher zwo Entfernungen eines jeden Planeten von der Sonne angegeben, nämlich

diejeni-

diejenige, wo er am weitesten von der Sonne in seiner Bahn abstehet, und diejenige, wo er sich dem Ansehen nach zunächst dabey befindet. Es wird also die größte Entfernung des Merkurs von der Sonne nach dem Berliner Calender angegeben = 10274 halbe Erdmesser. Die kleinste Entfernung ist aber = 6754 halbe Erdmesser: daher ist die mittlere Entfernung = 8514.

Man kann nicht wahrnehmen, daß sich der Merkur um seine Axe drehe, wiewohl man es höchst wahrscheinlich schließen kann. Die Ursach, warum man dieses Drehen nicht wahrnehmen kann, ist diese, weil wir ihn niemals lange Zeit genug nach einander sehen können. In meinem Traktate von der Ursach der Bewegung der Planeten ꝛc. habe ich aus den Umständen berechnet, er müsse sich in Zeit von 36 Stunden, 50 Minuten um seine Axe drehen.

§. 369.

Eben die Erscheinungen, welche der Merkur am Himmel in Ansehung seiner Bewegung machet, machet auch der Planet, welchen man Venus nennet, nur alles in einem größeren Grade. Sie braucht nämlich längere Zeit als Merkur: indem sie von der Sonne in die Höhe steigt, stehet sie auch längere Zeit, als jener, stille, auch braucht sie längere Zeit, ehe sie von ihrer größten Höhe gegen die Sonne wiederum

derum zurück kehret, als Merkur. Kurz, der Kreis, welchen die Venus um die Sonne herum von Abend gegen Morgen beschreibt, ist größer, als der Kreis des Merkurs. Dem Ansehen nach ist der Kreis der Venus eben auch eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne stehet; man findet daher die größeste Entfernung der Venus von der Sonne = 16016 halbe Erdmesser; die kleinste Entfernung ist aber = 15796 halbe Erdmesser. Daher wird die mittlere Entfernung = 15906 halbe Erdmesser betragen. Sie vollendet ihren Lauf in Zeit von 224 Tagen, 16 Stunden, 48 Minuten, und 30 Sekunden. Wenn wir die Venus mit dem Seherohre betrachten, so bemerken wir viele Flecken in derselben, von diesen Flecken und Ungleichheiten beweiset man, daß es Berge, Thäler und Seen sind. Aus der Bewegung dieser Flecken von Abend gegen Morgen schließet man, daß sich die Venus in Zeit von 23 Stunden einmal um ihre Axe dreht, und zwar von Abend gegen Morgen. Man hat im Jahr 1769 den 3ten Junius beym Durchgange der Venus durch die Sonne, bey der Venus einen Trabanten oder Mond entdecket; doch ist man noch nicht völlig gewiß davon überzeuget. Was der Durchgang der Venus durch die Sonne, eine Himmelsbegebenheit, die selten vorkömmt, die wir aber in diesem Jahrhundert zweymal erlebet haben, nämlich im Jahr 1761 den 6ten Junii

und 1769 den 3ten Junii, sey, das werde ich erst im Künftigen zu beschreiben im Stande seyn.

§. 370.

Noch einen größeren Kreis um die Sonne, als des Merkurs und der Venus ihre Kreise sind, beschreibet unsere Erde, und zwar vollendet sie denselben in Zeit von 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten, und 48 Sekunden. Diese Zeit, welche die Erde zubringet, ihre Bahn um die Sonne zu durchlaufen, nennen wir ein Jahr. Sie drehet sich in 23 Stunden und 56 Minuten einmal um ihre Axe von Abend gegen Morgen, welche Zeit wir einen Tag nennen: und wir Bewohner der Erde haben die Bequehmlichkeit von diesem Drehen, daß Sonne, Mond und Sterne in dem Morgenhorizonte aufgehen, und in dem Abendhorizonte wieder untergehen. Eben so wie wir die Bahnen aller anderen Planeten als Ellipsen sehen, welche den Aequator der Sonne durchschneiden, eben so, sage ich, finden wir die Bahn unserer Erde als eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne stehet, und welche den Aequator der Sonne unter einem Winkel von 23 Graden $29\frac{1}{2}$ Minuten durchschneidet. Hierdurch erhalten wir die Abwechselungen der vier Jahreszeiten. Um unsere Erde herum bewegt sich der Mond innerhalb 27 Tagen, 7 Stunden und 43 Minuten

auch

auch von Abend gegen Morgen. Da nun unsere Erde um die Sonne bewegt wird, so beschreibt der Mond Cycloiden um die Erde und Sonne zugleich, nämlich wenn die Erde stille stünde; so würde der Mond einen Zirkel oder höchstens eine Ellipse um sie beschreiben: da diese aber um die Sonne bewegt wird; so muß aus diesen doppelten Ursachen der Weg des Mondes eine Cycloide seyn.

§. 371.

Nun lassen sich schon die Erscheinungen einsehen, wenn man saget, der Merkur oder die Venus gehen durch die Sonne: denn da ihre Kreise, in denen sie um die Sonne bewegt werden, kleiner sind, als der Kreis, in welchem die Erde bewegt wird, und überdem der Merkur so wohl, als die Venus geschwinder bewegt werden, als unsere Erde; so kann man leicht einsehen, daß wenigstens alle Jahre einmal die Venus, und zweymal der Merkur, zwischen uns und die Sonne müssen zu stehen kommen. Wir wissen aber auch, daß so wohl die Bahn des Merkurs, als der Venus, und unserer Erde, den Aequator der Sonne unter gewissen Winkeln durchschneiden. Daher kann der Merkur und die Venus vielmal zwischen uns und der Sonne zu stehen kommen, ohne daß die gerade Linie, welche von unserm Auge nach der Venus oder nach dem Merkur gezogen werden kann, in der Folge die Scheibe

der Sonne treffe. Denn bey vielerley Ständen unserer Erde, der Venus und des Merkurs, wird die gerade Linie, welche wir uns von unserem Auge durch die Venus oder durch den Merkur gezogen gedenken, neben der Sonnenscheibe seitwärts vorbey gehen, ob gleich Venus und Merkur zwischen uns und der Sonne stehen können. Hat aber unsre Erde gegen die Venus oder den Merkur einen solchen Stand, daß die gerade Linie, welche von unserm Auge durch die Venus oder den Merkur gezogen werden könnte, bey der Fortsetzung die Sonnenscheibe trift, alsdenn sagt man, Merkur oder Venus gehen durch die Sonne. Man kann sie in diesem Falle als dunkele Pünktchen auf der Sonne hinweg gehen sehen. Weil nun alle Planeten ihren Lauf um die Sonne von Abend gegen Morgen nehmen; so müssen wir auch die Bewegungen dieser Flecken eben denselben Lauf nehmen sehen, d. i. in Ansehung unserer Himmelsgegenden müssen die Flecken des Merkurs und der Venus an dem Morgenrande der Sonne eintreten, und am Abendrande derselben wieder austreten.

§. 372.

Eben so wohl läßt sich begreifen, daß der Mond, weil er näher bey unserer Erde ist, als die Sonne, indem er in seiner Bahn von Abend gegen Morgen um unsere Erde bewegt wird, bey jedem Umlaufe einmal zwischen uns

und

und der Sonne muß zu stehen kommen: und wenn er in dieser Stellung ist, so haben wir Neumond, das heißt, wir sehen denselben Tag gar keinen Mondschein. Aber eben deßwegen, weil unsere Erde so wohl, als der Mond öfters seitwärts von dem Sonnen-Aequator abstehet, gehet die gerade Linie, welche man sich von unserm Auge durch den Mond gezogen gedenken kann, bey der Fortsetzung neben der Sonne vorbey. Ist aber der Stand des Mondes und unserer Erde von solcher Art, daß die gerade Linie, aus des Zuschauers Auge durch den Mond gezogen, die Sonnenscheibe trift; so haben wir eine Sonnenfinsterniß. Jede Sonnenfinsterniß muß also am Tage des Neumondes seyn. Da der Mond von Abend gegen Morgen um die Erde bewegt wird; so muß auch die Verfinsterung der Sonne auf dem Abendrande der Sonne ihren Anfang nehmen, und am Morgenrande wieder aufhören. Da die Oberfläche der Erde, in Ansehung des geringen Abstandes des Mondes von der Erde, noch eine beträchtliche Größe hat; so ist leicht zu begreifen, daß nicht alle Einwohner der Erde, wenn sie gleich zu der Zeit, da der Mond zwischen der Erde und der Sonne stehet, die Sonne sehen können, eine Sonnenfinsterniß sehen. Deßwegen heißet auch eine Sonnenfinsterniß unsichtbar, in Absicht auf diejenigen Bewohner der Erde, welche entweder zur Zeit, da die Finsterniß von andern gesehen

werden kann, die Sonne nicht über ihrem Horizonte sehen, oder bey welchen Einwohnern der Erde, ob die Sonne gleich zu der Zeit, da andere die Finsterniß sehen, über ihrem Horizonte stehet, die gerade Linie von ihren Augen durch den Mond gezogen neben der Sonnenscheibe vorbey gehet. Ferner weil die Bewegung des Mondes von Abend gegen Morgen gehet, müssen auch diejenigen Bewohner der Erde, welche von uns ausgerechnet weiter gegen Abend liegen, die Sonnenfinsterniß eher sehen, als wir. Diejenigen Bewohner der Erde aber, welche uns weiter gegen Morgen liegen, müssen eine Sonnenfinsterniß später zu sehen bekommen, als wir. Partial heißet eine Sonnenfinsterniß, wenn man nur einen Theil der Sonne verfinstert siehet, total heisset sie, wenn man die ganze Sonne verfinstert siehet, annulair oder ringförmig heißet die Finsterniß, wenn man die Sonne nur als die Peripherie eines Zirkels siehet. Alle drey Arten, die ich hier genennet habe, können bisweilen, jedoch von verschiedenen Orten auf unserer Erde, zugleich gesehen werden.

§. 373.

Da der Mond von Abend gegen Morgen um unsere Erde monatlich bewegt wird; so kömmt er auch bey jedem Umlaufe also zu stehen, daß die Erde zwischen ihm und der Sonne mitten inne ist. Ist nun der Stand des

Mon-

Mondes so, wie ich es eben beschrieben habe; so haben wir Vollmond, weil wir alsdenn die ganze von der Sonne erleuchtete Hälfte des Mondes sehen. Aber obgleich Sonne und Mond in Absicht auf die Erde zur Zeit des Vollmondes einander gegenüber stehen; so stehen sie deßwegen nicht allemal alle drey in einer geraden Linie. So oft aber am Tage des Vollmondes Sonne, Erde und Mond in einer geraden Linie zu stehen kommen, so haben wir eine Mondfinsterniß. Der Mond verliert alsdenn sein Licht, weil die Sonnenstrahlen von der Erde, die im Wege stehet, den Mond zu treffen verhindert werden: das heißet, der Mond tritt in den Schatten der Erde. Hier ist wiederum leicht zu begreifen, weil der Mond von Abend gegen Morgen um die Erde bewegt wird, daß er mit seinem Morgenrande zuerst den Schatten unserer Erde berühren müsse, daß sich also die Verfinsterung des Mondes auf der Morgenseite anfangen und auf der Abendseite endigen müsse. Weil hier der Mond in der That seines Lichtes beraubt wird; so müssen alle Einwohner der Erde, welche zu der Zeit den Mond sehen können, nicht nur die Finsterniß in einem Augenblicke, sondern auch in gleichem Grade sehen. Wenn demnach von einer unsichtbaren Mondfinsterniß die Rede ist; so heißet das, der Mond stehet zu der Zeit, da er verfinstert ist, nicht über unserem Horizonte. Partial heißt die Finsterniß, wenn nur ein Theil

des Mondes verfinstert ist; total hingegen heißt sie, wenn die ganze Mondscheibe verfinstert ist. Ringförmig kann eine Mondfinsterniß niemals werden, weil der Schatten der Erde allemal breiter ist, als die Mondscheibe.

§. 374.

Mars hat seine Bahn von Abend gegen Morgen um die Sonne noch außer unserer Erde angewiesen bekommen, d. i. der Kreis, den er um die Sonne beschreibt, schließet unsere Erdbahn nebst der Bahn der Venus und des Merkurs mit ein. Wir können ihn daher in Ansehung seines Lichts niemals gesichelt sehen, sondern allezeit buckelicht oder voll. In Absicht auf seine scheinbare Größe muß er aber sehr veränderlich seyn: weil er bisweilen ziemlich nahe bey uns, bisweilen sehr weit von uns abstehet; denn bisweilen stehet die Erde zwischen dem Mars und der Sonne, bisweilen stehet die Sonne zwischen uns und dem Mars. Nach den Beobachtungen ist seine größte Entfernung von der Sonne = 36630 halbe Erdmesser, seine kleinste Entfernung von der Sonne ist = 30426 halbe Erdmesser. Folglich ist die mittlere Entfernung desselben = 33528: und also ist sein Kreis dem Ansehen nach auch eine Ellipse. Er durchläuft seine Bahn in Zeit von 1 Jahre, 321 Tagen, 23 Stunden, 30 Minuten und 30 Sekunden. Er drehet sich um seine Axe von Abend gegen Morgen innerhalb

halb 24 Stunden und 40 Minuten, wie es die Beobachtungen ausweisen. Man findet bey ihm keinen Trabanten.

§. 375.

Jupiter wird in einem noch viel größeren Kreise auch außerhalb dem Kreise des Mars von Abend gegen Morgen beweget. Nach den Beobachtungen ist sein größter Abstand von der Sonne = 119900 halbe Erdmesser, sein kleinster Abstand von derselben = 108900, also der mittlere Abstand = 114400 halbe Erdmesser. Er vollendet seinen Lauf in Zeit von 11 Jahren, 314 Tagen und 12 Stunden. Um seine Axe drehet er sich von Abend gegen Morgen sehr geschwind, nämlich in 9 Stunden, 56 Minuten. Ueberdem hat er um sich herum vier Trabanten oder Monden, wovon jeder in seiner gesetzten Zeit, welche immer ein gewisses Verhältniß mit der Entfernung des Trabanten von dem Jupiter hat, seine Bahn vollendet.

§. 376.

Saturnus machet den weitesten Kreis in unserem Planetensystem um die Sonne. Seine größte Entfernung von der Sonne finden wir, nämlich nach den Beobachtungen = 221870 halbe Erdmesser. Die kleinste Entfernung von der Sonne beträgt aber = 197802 halbe Erdmesser: also wäre die mittlere Entfernung = 209836. Er durchläuft diesen gros-

sen Kreis in 29 Jahren, 167 Tagen und 22 Stunden. Ob er sich wirklich um seine Axe von Abend gegen Morgen drehe, das ist noch nicht völlig ausgemacht. Sehen können wir dieses nicht, weil er theils zu weit von uns entfernet ist, und weil wir unsere Sehröhre noch nicht zu solcher Vollkommenheit gebracht haben, bey so weiten Entfernungen alles aufs genaueste damit zu entdecken. Indessen können wir aus der Analogie mit den übrigen Planeten schlüßen, daß auch Saturnus von Abend gegen Morgen um seine Axe gedrehet werde. Nach meiner Denkungsart, sind die fünf Trabanten, welche den Saturn begleiten, und welche alle von Abend gegen Morgen um denselben bewegt werden, der sicherste Beweis, daß sich Saturn selbst von Abend gegen Morgen um seine Axe drehen müsse. In meinem Traktate von den Ursachen der Bewegung der Planeten ꝛc habe ich aus den Umständen berechnet, er müsse sich in Zeit von 30 Stunden 23 Minuten einmal um seine Axe gedrehet haben. Wir bemerken noch besonders um den Saturn herum einen hellen Ring, der seine breite Seite beständig gegen die Sonne kehret. Für was ich diesen Ring halte, darüber kann ich mich erst im künftigen erklären.

§. 377.

Ich will von der Kepplerischen Regel noch etwas gedenken, und dieses blos deswegen, weil

weil ich gesehen habe, daß sie einige nicht recht verstanden, und daher geglaubt haben, sie wäre den Newtonischen Sätzen zuwider, welche man als heilig annimmt; und ohne daran zu denken, wie weit sie wahr sind, oder wie weit sie sich anwenden lassen, unrichtige Theorien daraus hergeleitet, die Newton selbst gewiß nicht so, wie seine Nachfolger, für unwidersprechlich würde ausgegeben haben. Die Regel ist folgende. Man nehme zween oder mehrere Planeten, die sich um einen gemeinschaftlichen Weltkörper bewegen, wie zum Beyspiel die Hauptplaneten um die Sonne, oder die Trabanten des Jupiters, oder des Saturns um den Jupiter oder Saturn. Erhebet man die Zeit, welche jeder von den Planeten anwendet, um seine Bahn zu durchlaufen, zum Qvadrate, ziehet man aus dieser Zahl, welche das Qvadrat der Umlaufszeit ist, die Cubicwurzeln; so haben die Cubicwurzeln, die man aus diesen Zahlen erhält, das Verhältniß, wie die Entfernungen der Planeten von demjenigen Weltkörper, um den sich die Planeten, die wir berechnet haben, im Kreise herum bewegen.

§. 378.

Wir beurtheilen übrigens die Bewegungen der Hauptplaneten nach dem Stande am Himmel, d. i. wir sagen, jetzt sehen wir den Planeten bey diesen Fixsternen stehen, ein andermal

mal kurz darauf bey andern. Bey den Stellungen der Fixsterne, die einmal wie das andere ihren Ort und Ordnung unter sich behalten, haben die Alten, um dem Gedächtniße zu Hülfe zu kommen, die Einbildungskraft aufgeboten, und gewisse Aehnlichkeiten von Bildern aus dem Stande der Fixsterne heraus zu klauben gewust. Diese Sternbilder nun, zu deren Kenntniß ich einem jeden Liebhaber der Sternkunde ein gutes Stück Einbildungskraft wünsche, (denn ohne diese mögte es sehr schwer fallen die Aehnlichkeit der Bilder zu finden) dienen uns auch darzu, daß wir die Stände der Planeten am Himmel desto besser und genauer bestimmen können. Man hat z. B. um den ganzen Himmel herum von Abend gegen Morgen einen breiten Streifen, den man den Thierkreis (Zodiacus) nennet. Dieser Thierkreis ist in 12 Gestirne eingetheilt, welche die Namen führen: ♈ der Widder, ♉ der Stier, ♊ die Zwillinge, ♋ der Krebs, ♌ der Löwe, ♍ die Jungfrau, ♎ die Wage, ♏ der Scorpion, ♐ der Schütze, ♑ der Steinbock ♒ der Wassermann, ♓ die Fische. Jedes von diesen Sternbildern hat 30 Grad, welche die Summe der Grade des ganzen Zirkels geben, den wir uns um den Himmel herum von Abend gegen Morgen gedenken. Alle Planeten, die zu unserm Sonnensystem gehören, bleiben in diesem Thierkreise, das will so viel sagen: Wenn wir einen Planeten am Himmel sehen;

so

so werden wir ihn niemals in Ansehung der Breite des Himmels, welche von Mitternacht gegen Mittag gerechnet wird, weiter abweichen sehen, als die Breite des Thierkreises gehet. Auch der sichtbare Lauf der Sonne ist auf den Thierkreis mit eingeschränkt.

§. 379.

Gesetzt nun, wir sehen heute einen Planeten in dem Thierkreise bey einem Gestirn, wir beobachten nach einiger Zeit z. B. nach einigen Tagen, daß eben derselbe Planet weiter gegen Morgen bey anderen Sternen zu sehen ist, daß er also seinen Ort, den er kurze Zeit vorher hatte, von Abend her verlassen hat, so sagen wir, der Planet sey vorgängig (directus). Finden wir aber, daß ein Planet eine geraume Zeit bey einem und eben demselben Fixsterne im Thierkreise stehen bleibet; so nennen wir ihn stillstehend (stationarius). Trift es sich aber, daß der Planet, welchen wir beobachtet hatten, nach einer gewissen Zeit zwar seinen vorigen Ort im Thierkreise verlassen hat, aber jetzo bey Sternen zu sehen ist, die in Ansehung seines vorigen Ortes weiter gegen Abend liegen; so sagen wir, der Planet sey rückgängig (retrogradus). Die Zeiten sind sehr verschieden, in welchen ein und eben derselbe Planet vorgängig, stillstehend, und rückgängig ist; doch halten sie alle gleich durch die Regel, daß sie erst vorgängig sind, alsdenn eine

kur-

kurze Zeit stillstehend, und alsdenn etwas rückgängig werden: nach dem Rückgehen stehen sie wiederum eine kurze Zeit still, und alsdenn werden sie wiederum eine geraume Zeit vorgängig.

§. 380.

So lange man noch nicht die wahre Beschaffenheit des Sonnensystems wußte, schienen diese Umstände, die ich im vorigen § in Absicht auf die verschiedenen Stände der Planeten am Himmel abgehandelt habe, eine große Unregelmäßigkeit bey dem Laufe derselben zu erkennen zu geben, und eben dieser Unregelmäßigkeit halber bekamen diese Sterne den Namen, Irrsterne oder Planeten. Nachdem man aber die wahre Beschaffenheit des Sonnensystems gefunden hatte, welche Erfindung wir dem Copernicus zu danken haben; so kann man gar leicht begreifen, wie jeder Planet immer mit gleichförmiger Geschwindigkeit in seinem Kreise um die Sonne von Abend gegen Morgen bewegt werden könne, und doch in Ansehung des Beobachters, der auf der Erde sich befindet, und beständig mit derselben von Abend gegen Morgen auf eine ähnliche Art, wie die übrigen Planeten zugleich um die Sonne bewegt wird, eine so unregelmäßig scheinbare Bewegung in dem Thierkreise machen müsse: denn diese scheinbare unregelmäßige Bewegung der Planeten hanget blos von der eigenen Bewegung

gung des Beobachters ab. Man kann sich gar leicht die richtige Vorstellung von der Sache machen, wenn man eine Figur auf folgende Art zeichnen will.

1) Zeichne man einen ganzen Zirkel, der die Bahn der Erde um die Sonne herum vorstellet, und in dessen Mittelpunkte man sich die Sonne gedenket.

2) Aus eben dem Mittelpunkte, worinnen man sich die Sonne gedenket, ziehe man einen andern Zirkel. Die Verhältniße der halben Durchmesser dieser zween Zirkel müssen aber bey nahe so seyn, wie die Verhältniße der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne, zu der mittleren Entfernung desjenigen Planeten, dessen scheinbare Bewegung wir beobachten, oder uns vorstellig machen wollen. Z. B. wir wollten uns den scheinbaren Lauf des Jupiters vorstellig machen; so geben wir dem halben Durchmesser der Erdbahn 21 Theile, und dem halben Durchmesser der Bahn des Jupiters 114 solcher Theile.

3) Weil die Planeten ihre Bahnen in verschiedenen Zeiten durchlaufen; so müssen wir auch diese Zirkel nach den gehörigen Verhältnissen der Zeiten eintheilen. Z. B. unsere Erde braucht ein Jahr, indem

sie

sie ihre ganze Bahn durchläuft. Jupiter hingegen braucht beynahe 12 Jahre, ehe er seinen ganzen Kreis um die Sonne vollendet. Wenn wir daher den Zirkel, den Jupiter durchläuft, in zwölf Theile eintheilen; so bringt er eben so viel Zeit zu, den zwölften Theil seiner Bahn zu durchlaufen, als unsere Erde zubringt ihren ganzen Weg zu vollenden.

4) Um nun die Größe der Strecke Weges zu finden, welche jeder von diesen zween Planeten, nämlich die Erde und der Jupiter in gleichen Theilen der Zeit durchlaufen werden; so theile man so wohl den ganzen Kreis der Erde, als auch das Stück der Bahn des Jupiters, welches in einem Jahre von ihm durchlaufen wird, in eine beliebige Anzahl kleiner Theile, z. B. wiederum in zwölfe; so werden diese Theile in der Bahn der Erde so wohl, als in der Bahn des Jupiters anzeigen, in welchem Punkte der Bahn zu Anfange eines jeden Monaths so wohl die Erde in ihrer, als Jupiter in seiner Bahn stehet. Diese Theilungspunkte werden bey beyden Bahnen mit Nummern von 1 bis 12 bezeichnet.

5) Endlich ziehe man in einer sehr weiten beliebigen Entfernung noch einen dritten Zirkel, aus eben dem Mittelpunkte, woraus

raus die beyden ersten gezogen worden sind. An diesem Zirkel (der, je größer sein halber Durchmesser ist, desto deutlicher die Erscheinung zeiget,) gedenke man sich die Gestirne des Thierkreises in ihrer gehörigen Ordnung an einander weg von Abend gegen Morgen gezeichnet.

6) Ziehet man nun von einem jedesmaligen Standpunkte der Erde zu verschiedenen Zeiten, durch den Mittelpunkt der Sonne bis an den Thierkreis eine gerade Linie; so wird man leicht bemerken, daß bey jedem veränderten Standpunkte der Erde, die Sonne immer in einem andern Orte in Absicht auf die Gestirne des Thierkreises erscheinen müsse. Von der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne hanget also die jährliche scheinbare Bewegung der Sonne durch den ganzen Thierkreis von Abend gegen Morgen ab.

7) Ziehet man aber von jedem gleichnahmigen Theilungspunkte der Erdbahn und der Bahn des Jupiters zugleich, eine gerade Linie nach dem Thierkreise; so sehen wir, daß, obgleich die Erde und Jupiter in ihren Bahnen in gleichen Zeiten ein jeder beständig gleich weit fortrücken, daß, sage ich, Jupiter in Absicht auf die Gestirne des Thierkreises, zu welchen wir

ihn jedesmal hinrechnen, bald vorgängig, bald stillstehend, bald rückgängig erscheinen müsse, und daß also diese scheinbare unregelmäßige Bewegung der Planeten blos von der eigenen Bewegung des Zuschauers abhange.

Wenn wir mit jedem andern Hauptplaneten auf ähnliche Art verfahren, und nur jedesmal die Größen ihrer Bahnen, und die Zeiten ihrer wahren Bewegungen in denselben, durch die Zeichnung mit dem richtigen Verhältnisse ausdrücken; so können wir die Erscheinungen, die jeder derselben in Absicht auf seinen scheinbaren Stand am Himmel oder im Thierkreise jedesmal verursachet, uns allemal leicht begreiflich machen.

§. 381.

Wenn wir uns an den §. 367. erinnern, wo ich von dem Aequator der Sonne Erwähnung gethan habe; so lassen sich folgende Erscheinungen, welche bey den Bewegungen der Planeten, die zu unserem Sonnensystem gehören, vorkommen, auf eine leicht begreifliche Art gedenken. Z. B. Eben so, wie unsere Erde in ihrer Bahn den Aequator der Sonne unter einem Winkel von 23. Graden $29\frac{1}{2}$ Minute durchschneidet, eben so durchschneidet die Bahn eines jeden Planeten den Aequator der Sonne unter einem gewissen Winkel. Es kömmt

also jeder Planet, indem er seine Bahn einmal durchlauft, in Ansehung des Sonnenäquators einmal gegen Mittag und einmal gegen Mitternacht zu stehen. Durch diese Abwechselung müssen eben, wie auf unserer Erde, auf jedem Planeten die vier Jahreszeiten entstehen. Jedoch werden die Abwechselungen derselben ein Verhältniß mit der Zeit, die jeder Planet seine Bahn zu durchlaufen braucht, haben. In Ansehung des Standes unserer Erde und des Standes eines jeden Planeten gegen den Sonnenäquator, haben wir Bewohner der Erde daher diese Erscheinung, daß uns ein Planet bisweilen disseits, bisweilen jenseits dem Aequator erscheinet. Ferner, weil unsere Erdaxe meist mit der Sonnenaxe parallel stehet; so müssen wir, zu der Zeit, da wir die Sonne in unserm Aequator stehen sehen, in dem Aequator der Sonne stehen.

§. 382.

Es ist natürlich zu begreifen, daß die Bewohner eines jeden Planeten, indem sie einmal in ihrer Bahn herum gekommen sind, glauben müssen, die Sonne wäre einmal um sie herum gelaufen: desgleichen muß die Sonne in Ansehung eines jeden Planeten an sich, während einer Zeit, in welcher jeder Planet seine ganze Bahn durchlaufen ist, einmal disseits, einmal jenseits dem Aequator eines jeden Planeten zu stehen scheinen. Denn die Bewohner der Pla-

neten können eben so wenig, als wir empfinden, daß sie sich selbst bewegen, und daß also die Bewegung der Sonne nur scheinbar ist. Denn ich will wohl tausend Menschen finden, die lieber glauben, die Sonne bewege sich so, wie wir es sehen, und wir stünden stille, als daß sie sich sollten überreden lassen, wir bewegten uns und die Sonne stünde stille, als ich einen finde, der es so zu seyn glaubt, wie es in der That ist.

§. 383.

Wir haben bisher alles abgehandelt, was zur Erkänntniß der Verbindung der Dinge, die zusammen genommen, indem sie in Verbindung mit einander sind und bleiben, die Welt ausmachen, gehöret. Wenigstens habe ich das Sonnensystem auf eine solche Art beschrieben, daß nun jeder, der die vor einem Jahre von mir herausgegebene Theorie von den Ursachen der Bewegung der Planeten, der Schwehre, und des Zusammenhangens der Körper, lesen will, gewiß in dieser Beschreibung des Weltbaues alle Punkte finden wird, um jenen Traktat, der nun als der zweyte Theil dieser allgemeinen Experimental-Naturlehre dienen kann, verstehen zu können.

§. 384.

Mein Hauptgedanke ist nun dieser. Es kann nämlich keine Substanz an sich betrachtet

in

in die andere wirken: (§. 97.) auch können die Wirkungen der Substanzen, die zusammen genommen die Welt ausmachen, in einander, so wie sie wirklich in der Welt geschehen, unter den Umständen niemals eine Fortdauer der Wirkung Gottes von Anfange der Schöpfung seyn, indem schon die krummlinigten Bewegungen der Planeten unmöglich dergleichen Fortdauer seyn können, weil alle Augenblicke eine Veränderung der Richtung dabey vor sich gehet (§. 23.): folglich muß, um die Bewegungen der Planeten zu erhalten, die Ursach von einem willkührlichen Wesen beständig unterhalten werden. Dieses darf man sich nicht eben auf solche Art gedenken, als ob jedes besonderes System unmittelbar von dem willkührlichen Wesen bewegt würde; nein, es darf nur an einem oder etlichen Orten in der Welt das Drehen eines Weltkörpers unterhalten werden; so ist dieß schon hinreichend, daß alsdenn immer ein System in das andere eingreifen, und also dasselbe in die nöthige Bewegung bringen und in derselben erhalten kann. Wo dieser Ort sey? darf man mich freylich nicht fragen: indessen darf man auch nicht denken, als ob so vielerley Wirbel einander verhinderlich fallen müßten. Meiner Vorstellung nach lassen sie sich gar wohl auf eine solche Art mit einander verbunden gedenken, daß vermöge der weisen Einrichtung, welche der allmächtige Schöpfer bey dem Bau der Welt beobachtet hat, alles dem Willen des-

selben gemäß in seiner gehörigen Ordnung verbleiben kann. Daß übrigens viele tausend verschiedene Wirbel in einem flüßigen Wesen ohne Verwirrung wirklich vorhanden seyn können, davon kann sich jedermann durch die Erfahrung überzeugen; er darf nur beym Einschenken einer Tasse Thee auf die Bewegungen Achtung geben, welche die Theeblätterchen, die aus der Schneppe der Thekanne mit in die Tasse gekommen sind, während dem Einschenken machen; so wird er gewiß davon überzeugt werden.

§. 385.

Der Gedanke, wenn ich sage, Gott müsse auf zweyerley Art beständig in die Welt wirken, indem er einmal alle die Substanzen, die zusammen genommen die Welt ausmachen, in Verbindung mit einander erhält, das andere mal an irgend einem Orte in der Welt eine beständige Bewegung hervorbringe, kann niemanden anstößig seyn. Denn selbst die heilige Schrift sagt ja: in Gott leben, weben und sind wir. Ich sollte vielmehr meynen, es müsse dieser Gedanke eine desto größere Hochachtung gegen Gott bey uns erwecken, indem wir einsehen lernen, daß wir durch seinen gütigen Willen, durch seine Wirkung erhalten werden. Denn so bald Gott aufhören würde in die Welt zu wirken; so bald würden alle Theilchen derselben in ihr voriges Nichts zurück fallen, und

wir

wir würden also nicht mehr seyn. So auch wenn keine Bewegung unterhalten würde, so würde kein Leben und keine Veränderung seyn; welcher Erbarmungswürdiger Zustand!

Es widerspricht auch dieses, daß ich die Welt von Gott allenthalben eingeschlossen zu seyn behaupte, dem nicht, daß Gott ein einfaches Wesen (ens simplex) sey: denn nach meiner Einsicht ist ein einfaches Wesen ein solches, das nicht aus Theilen zusammengesetzt ist. Die Größe macht aber nichts zusammengesetztes; man hat daher nicht nöthig ein einfaches Wesen als einen mathematischen Punkt, cuius pars nulla est, sich vorzustellen. Der mathematische Punkt ist ja so nur ein ens non existens, das wir uns nur gedenken: so bald wir uns aber eine Substanz gedenken, und wenn wir sie auch noch tausendmal kleiner uns gedenken wollen, als bey manchem der mathematische Punkt seyn mögte; so muß doch die Substanz eine mathematische Fläche und ein Mittel haben, und also nur denkbare Theile. Ein anders ist aber, etwas in Gedanken theilen, ein anderes, etwas in der That theilen: das erste ist bis ins unendliche möglich; das andere höret bey den einfachen Wesen auf, und die Größe gehöret also nicht mit zu dem Gedanken vom einfachen Wesen.

§. 386.

Noch sehr viele metaphysische Sätze lassen sich aus dieser Theorie leicht einsehen: allein

Metaphysik ist eigentlich mein Fach nicht. Und überdem hat mir mein seel. Vater noch in früher Jugend die Regel gegeben, man müsse nicht alles sagen, was man dächte, wenn es auch gleich wahr wäre; daher will ich hiermit schließen. Da wir nun aus dieser ganzen Abhandlung gesehen haben: alle Wirkungen der Körper werden von äußerlichen Umständen bestimmt, und sind so zu sagen alle mittelbare Wirkungen Gottes; so hat ein Naturlehrer nur besonders darauf zu sehen, wie aus der und der Verbindung der Dinge, die die Welt ausmachen, dieser oder jener Körper auf diese oder eine andere Art wirken müsse, und also diese oder jene Eigenschaft bekommen könne und müsse. Nun bemerken wir bey allen Körpern auf unserer Erde besonders zwo Eigenschaften, nämlich sie sind schwehr, d. i. sie haben zu allen Zeiten ein Bestreben gegen den Mittelpunkt unserer Erde sich zu bewegen, und sie hangen zusammen, wenn sie einander unmittelbar berühren. Das letztere hanget von dem Drucke des Aethers ab, wie ich dieses in der Abhandlung von den Ursachen des Zusammenhangens der Körper weitäuftig abgehandelt, und auch in diesem gegenwärtigen Traktate §. 166. gezeigt habe. Das erste, nämlich das schwehr seyn könnte nicht statt finden, wenn die Erde oder überhaupt die Planeten nicht um ihre Axe in dem Aether gedrehet würden, wodurch, nebst der Ursach, die einen jeden Planeten in

seiner

seiner Ecliptik zu gehen treibt, zugleich alle Theile bey jedem Planeten gegen seinen eigenen Mittelpunkt beständig angestoßen werden, wie ich dieses in der Abhandlung von der Ursach der Schwehre erwiesen habe.

§. 387.

Alle übrige Eigenschaften der Körper sind bloße Beziehungen auf die Wirkungen derselben in unseren Körper. Sie werden grösstentheils von der Zusammensetzung der ursprünglichen Theile der Körper, nebst den zwo Haupteigenschaften, nämlich der Schwehre und dem Zusammenhangen, als mitwirkenden Ursachen abhangen. Daß uns aber die Körper so unendlich verschieden vorkommen, und diese Verschiedenheit doch nur von der verschiedenen Zusammensetzung der ursprünglichen Theile abhangen soll, wird uns nicht mehr befremdlich vorkommen, wenn wir nur erwägen, daß 24 Theile 14 Quadrillionen mal, (der Trillionen, Billionen, und Millionen will ich gar nicht gedenken) anders versetzt werden können. Nun kann man gar leicht aus Gründen beweisen, daß die kleinsten uns noch sichtbaren Theilchen der Körper, ich will wenig sagen, noch aus einigen Millionen Theilchen zusammengesetzt sind. Welche für uns unendliche Verschiedenheit ist da möglich. Wir sind also mit aller unserer Kunst zu theilen noch weit von den ursprünglichen Theilen entfernt, und müssen uns

begnügen nur das äußere der Körper zu betrachten.

§. 388.

Damit man doch aber nur einen kleinen Begrif von der verschiedenen Art der Körper, wie sie uns in die Sinne fallen, bekommen möge; so will ich folgendes anführen. Unsere Erde, von der wir nun besonders handeln werden, und wahrscheinlicher Weise auch alle übrige Planeten, sind mit einem Dunstkreise (Atmosphaera) umgeben. Der flüßige durchsichtige Körper, der den Grundstoff von diesem Dunstkreise ausmachet, heißet die Luft. Ihre besondere Eigenschaft, die sie vor allen andern Körpern hat, ist die Elasticität, d. i. sie kann durch jede äußerliche Kraft auf einen kleineren Raum zusammengedrükt werden, und sie dehnet sich, so bald die äusere Kraft nachlässet, von selbst wiederum aus. Eine Eigenschaft, wovon der Grund mir bisher noch unbegreiflich ist, und den zu erforschen mir noch viel Nachdenken machen wird: denn er muß nothwendig in einer besonderen Verbindungsart der Theile liegen, die ich mir aber noch nicht auf eine überzeugende Art vorstellig machen kann. Weis jemand von meinen Verehrungswürdigen Lesern die wahre Ursach der Elasticität der Luft anzugeben, oder ist sie in irgend einem mir noch unbekannten Buche abgehandelt worden; so geschiehet mir die größte Gefälligkeit, wenn es mir angezeigt wird. Die Luft ist beständig in dem natürlichen Zustande mit fremden Theilchen vermischet. Unter der Luft, näher gegen den Mittelpunkt unserer Erde, finden wir noch einen andern flüßigen Körper, dessen Theile auch sehr wenig zusammenhangen, der, wenn er ruhig ist, immer eine horizontale Oberfläche hat, sehr durchsichtig,

und

und vielfältig auch mit fremden Theilen vermischt ist. Diesen nennen wir Wasser. Alle übrige Körper, deren Theile fester zusammenhangen, werden zu der Erde gerechnet.

§. 389.

Diese dreyerley Arten von Körpern, nämlich Luft, Wasser und Erde, siud der Grundstoff aller unserer Körper, woraus sie zusammengesetzt sind: denn wir mögen einen Körper zerlegen, wie wir wollen; so finden wir beständig alle drey hier genannte Grundwesen beysammen. Wir nennen sie auch deswegen Elemente. Man darf nicht denken, als hätte ich das vierte Element, nämlich das Feuer vergessen: nein, Feuer ist eigentlich kein Körper und kein Element, sondern es ist eine gewisse Bewegung des Aethers innerhalb den Körpern, so wie Wind auch nur eine gewisse Bewegung der Luft ist. Ich habe in dem §. 344. gesagt, ich glaubte, es wären die ursprünglichen Bestandtheilchen aller zu unserer Erde gehörigen Körper einerley, und zwar lauter Kügelchen von einerley Art und Größe; sie wären aber größer, als die Theilchen des Aethers. Das widerspricht deswegen dem nicht, was ich hier gesagt habe, daß wir nämlich alle Körper aus dreyerley Elementen zusammengesetzt finden. Diese Elemente, von denen ich hier geredet habe, sind schon immer zusammengesetzte Dinge und wir können mit aller unserer Kunst zu theilen nicht weiter kommen, als auf diese drey Elemente, die sich unsern Sinnen so merklich verschieden darstellen. Dessen aber kann ich mich nicht bereden lassen, daß sich Erde in Wasser, und Wasser in Luft sollte verwandeln lassen: denn die deshalb angeführten Versuche beweisen meiner geringen Einsicht nach noch nichts weiter, als daß wir das Wasser,

welches zuvor mit der Erde noch auf eine solche Art verbunden war, daß es unsern Sinnen gänzlich unmerklich blieb, oder sich denselben gänzlich entzog, nunmehro, nachdem es völlig, oder wenn ich recht wahr reden will, mehr abgesondert ist, sich den Sinnen besonders darstellet. Eben so sind die Versuche, welche die Erzeugung der Luft aus dem Wasser und der Wärme bestätigen sollen, noch immer der Einwendung ausgesetzt, daß die Luft, welche wir aus dem Wasser kommen sehen, entweder immer von neuem ins Wasser gekommen seyn könne, oder schon mit dem Wasser verbunden gewesen sey, und sich nur nach und nach entwickelt, welches zwar eine lange Zeit anhalten kann, aber doch endlich aufhören wird. Die Meynungen von dem igne fixo und aere fixo rechne ich leider! gar unter die Hirngespinste. Mir deucht wenigstens, der Gedanke mögte der Natur angemessener seyn, wenn wir behaupten, so viel Luft vom Anfange der Schöpfung bey unserem Erdball gewesen ist, so viel werde wohl beständig dabey bleiben. So verhält es sich auch wohl mit dem Wasser und der Erde, obgleich alle drey Elemente auf noch so verschiedene Arten mit einander vermischet seyn können.

§. 390.

Noch etwas weniges will ich von den Umständen, welche beym Theilen der Körper vorkommen können, erwähnen. Wenn wir einen Körper durch die Kunst theilen, und die Theile, die wir erhalten, noch die Eigenschaft haben, die zuvor der ganze Körper hatte, nur die äußerliche Figur und Größe ausgenommen; so nennen wir die Theilchen, die wir erhalten haben, ähnliche Theilchen, (partes similares). Z. B. wenn ich Holz spalte, mit der Säge schneide, und raspele; so sind die Spänchen, wenn sie auch noch so klein sind, doch immer

mer noch Holz, und haben die Eigenschaft des Ganzen. Bekomme ich aber durch die Theilung eines Körpers solche Theilchen, die dem Ganzen nicht mehr ähnlich sind, und also andere Eigenschaften, als das Ganze haben; so werden dieselben Bestandtheilchen genennet. (partes constituentes). Z. B. wenn ich Holz verbrenne; so bekomme ich Rauch und Asche. Wird der Rauch gesammlet; so giebt er Rus und ein Oel, und aus der Asche kann ein Salz abgesondert werden. Alles dieses sind Theile, die dem Ganzen gar nicht mehr in Ansehung ihrer Eigenschaften ähnlich sind. Das Oel ist hier dem Wasser am meisten ähnlich, die Asche der Erde, und die Luft, die in dem Holze vorhanden war, hat sich mit der äußeren wiederum vereiniget.

§. 391.

Wenn wir die Körper in Ansehung der Zusammensetzung ihrer Theile untersuchen; so finden wir in allen zwischen den Theilchen derselben Räumchen. Die Räumchen, welche sich nun zwischen einigen ähnlichen Theilchen der Körper befinden, werden Holungen (interstitia); diejenigen Räumchen aber, welche zwischen den Bestandtheilchen sind, werden Zwischenräumchen (pori) genennet. Von diesen Holungen und Zwischenräumchen hangen sehr viele Eigenschaften der Körper ab. Sie sind alle mit dem Aether angefüllet, der übrigens mit demjenigen, welcher den ganzen Weltraum erfüllet, in Verbindung stehet. Also haben bey den Körpern, die unsere Erde ausmachen, alle diejenigen Sätze statt, die ich vom dritten bis sechsten Hauptstücke abgehandelt und erwiesen habe. Ferner sind sie unter den Umständen, daß sie eine Schwehre haben, und zusammenhangen müssen. Das letztere folgt, weil sie in dem gedruckten Aether einander unmittelbar berühren, (§. 166); das

erste

erste folgt auf jedem Planeten für sich, weil alle Planeten nicht nur beständig innerhalb dem Aether um ihre Axen gedrehet werden, sondern auch zugleich von einer äußerlichen Ursach getrieben, den Sonnenäquator einmal von Mittag gegen Mitternacht, das andere mal von Mitternacht gegen Mittag in ihrer Bewegung durchschneiden. (Siehe die Ursachen der Bewegung der Planeten §. 83. seq.) die Ursachen der Schwehre §. 194. seq.).

§. 392.

Wir haben also aus dieser ganzen Abhandlung gesehen, die einzige Eigenschaft, welche einem Körper, als Körper zukömmt, sey die Undurchdringlichkeit seiner Theile; alle andere Eigenschaften sind bloße Bestimmungen, die entweder in der verschiedenen Zusammensetzung der ursprünglichen Theile, oder im äußerlichen Drucken ihren Grund haben. Behandele ich nun die Naturlehre auf diese Art, so hat sie den Vorzug, daß sie allezeit den Grund, warum unter den und den Umständen die Sache so und so ist, anzeiget, und mir also lauter deutliche Begriffe giebt. Fange ich aber von der Erfahrung an rückwärts zu schließen; so setze ich immer voraus, was ich erst suchen soll. Wollte ich nun die Sache auf eine mathematische Art vortragen; so mußte ich nothwendig in der Ordnung meinen Vortrag einrichten, daß ich

1) untersuchte, was für eine Eigenschaft den Körpern an sich betrachtet zukomme;

2) Was für Eigenschaften sie unter gewissen Bedingungen haben, nämlich in gewissen Verbindungen mit andern;

3) Wie die Verbindungen der Körper unter einander auf der Welt sind;

4) Wie

4) Wie bey der befundenen Verbindung der Körper auf unserer Welt, die Bewegungen verschiedentlich erfolgen? Dieses ist in der Ursach der Bewegung der Planeten abgehandelt und kann also jene Abhandlung als der zweyte Theil dieses Werks angesehen werden.

5) Wenn nun die Planeten im Ganzen diese Bewegungen aus den und den Gründen machen, was für Haupteigenschaften daher die Theile der Planeten erhalten müssen, nämlich die Schwehre und das Zusammenhangen.

§. 393.

Sollten diese meine Bemühungen das Glück haben den Kennern nicht zu mißfallen; so wird im künftigen meine erste Bemühung dahin gerichtet seyn, über die Wirkungen der Körper auf unsere Sinne mein geringes Urtheil dem Publico vorzulegen.

Es mögte übrigens wohl mancher glauben, ich hätte das Versprechen, das der Titel thäte, nicht erfüllet, indem ich wenig oder gar keine Versuche beschrieben hätte. Hier muß ich sagen, daß die Versuche nur zur Bestätigung unserer Meynungen dienen, aber daß auch, wenn sie richtig die Theorie bestätigen sollen, keine fremde Umstände mit untergemischt seyn müssen. Nun sind ja alle Körper, mit denen wir Versuche anstellen können, schwehr, sie sind auch alle mit einem fremden flüssigen Wesen, z. B. mit Luft oder mit Wasser umgeben: dieses alles konnte zugleich bey Behandlung der Theorie noch nicht mit in Erwägung gezogen werden; also konnte ich noch keine Versuche angeben. Im künftigen aber wird es eher geschehen können; nur muß man gehörig zu abstrahiren

hiren wissen, und unterscheiden können, welche Umstände bey einem Versuche man als fremde anzusehen habe, und was die fremden Umstände für Veränderungen in der Sache machen können. Werden wir aber alle Umstände erwägen; so können wir gewiß nicht leicht fehl gehen. Schlüßlich will ich bitten, das ganze Werkchen in seinem Zusammenhange zu lesen; alsdann wird man nicht leicht einen Gedanken für unrichtig halten, der so an und für sich betrachtet, leicht dieses Ansehen haben mögte.

Druckfehler.

Seite 36 Zeile 12. statt 228. lies 288.
S. 40. §. 51. Z. 8. am Ende fehlen die Worte, in der zwoten Zeit 2,
S. 50. Z. 3. statt atustpetc. lies atusrpetc.
S. 52. ganz am Ende des §. 64. statt der Zahl 5. lies $\frac{5}{6}$.
S. 55. in der dritten Zeile des Abschnitts statt eine lies ein.
S. 60. in der siebenden Zeile der nr. 1. des §. 72. statt in der erste, lies in der ersten.
S. 65. §. 77. zu Ende des Abschnitts, statt Zustandes den Substanzen, lies Zustandes der Substanzen.
S. 98. §. 120. Zeile 9. statt B, C, D; lies B, E, D;
S. 244. Zeile 7. statt vor, lies von.
S. 257. Zeile 5. statt $=$ 180. lies $=$ 108.
S. 271. gleich zu Anfang statt $=$ 22 — $=$ 16. lies $=$ 22 — 6 $=$ 16.
S. 271. in der sechszehenden Zeile muß das Zeichen → welches vor $\frac{2}{3}$ stehet, verkehrt stehen, also ← $\frac{2}{3}$.
S. 401. Zeile 24. nach dem Worte entstehet, fehlen die Worte, befindlich ist.

Fig. 1

Fig. 2

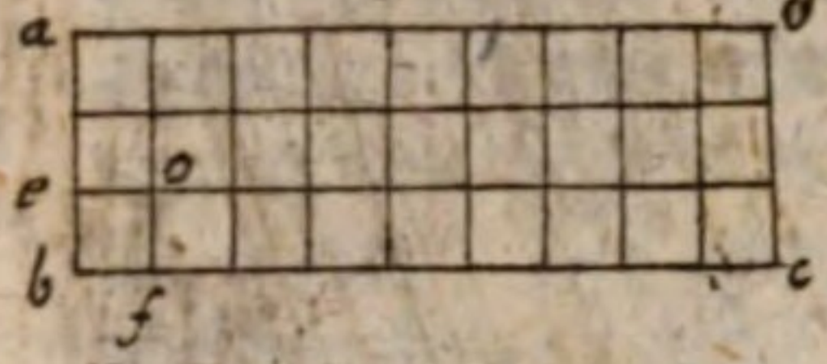
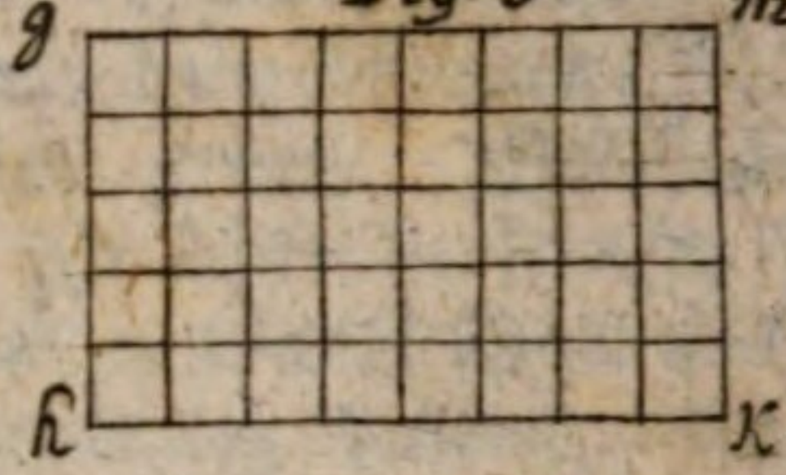


Fig. 3.



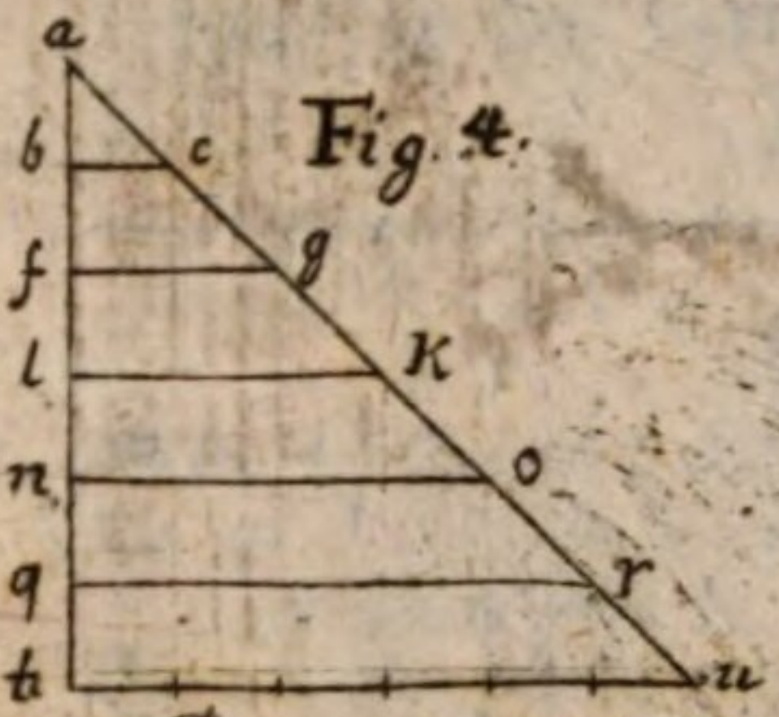


Fig. 4.

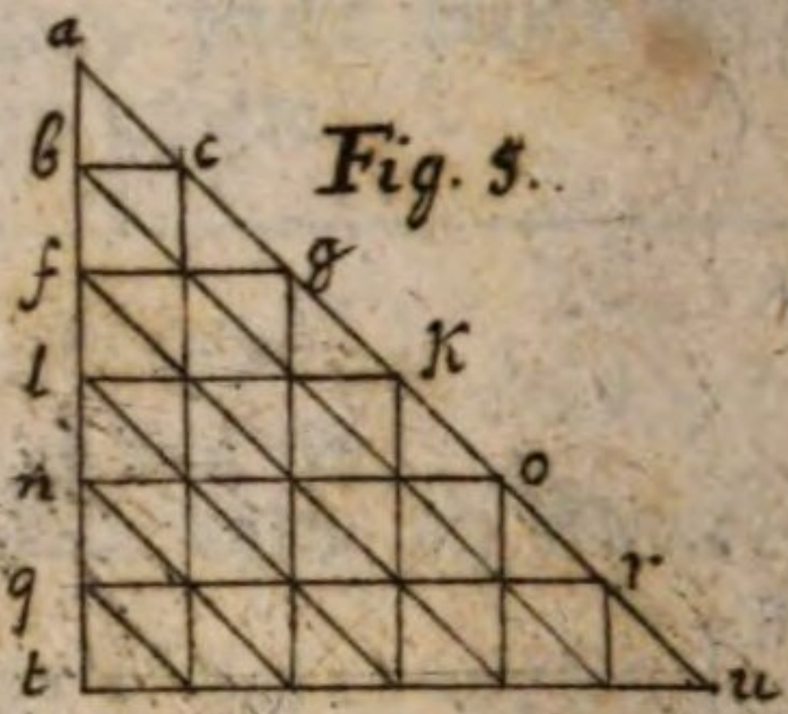


Fig. 5.

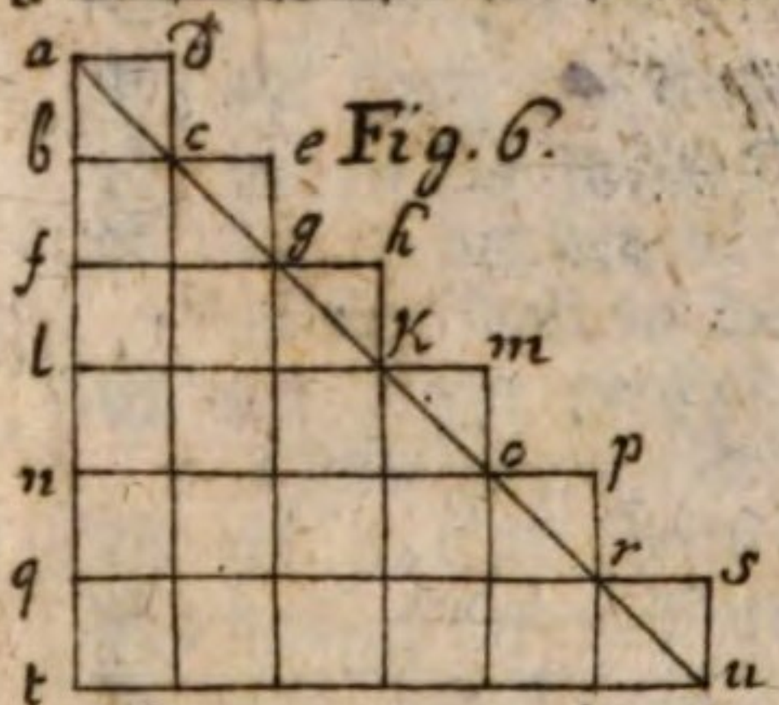


Fig. 6.

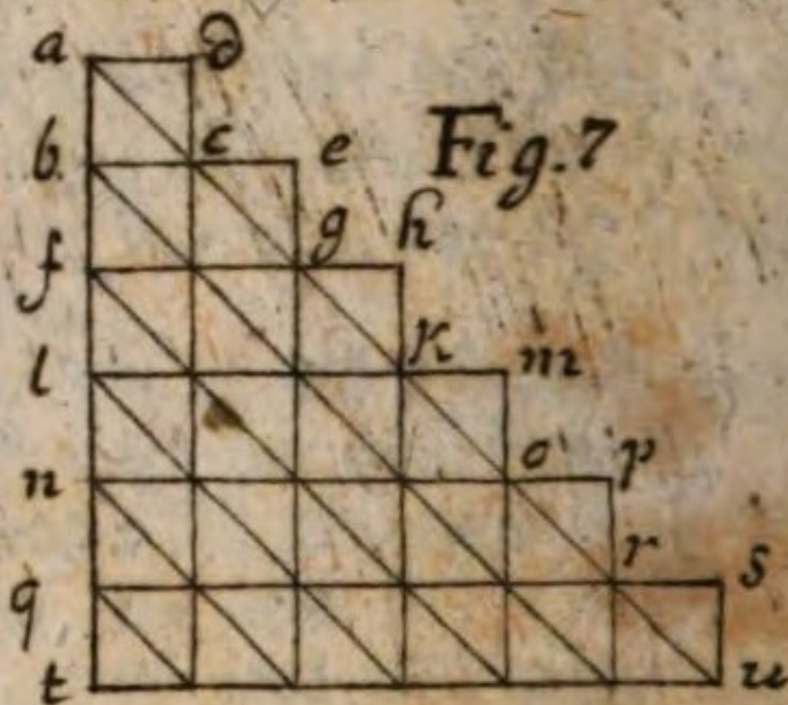


Fig. 7

Fig. 8.

Fig. 9.

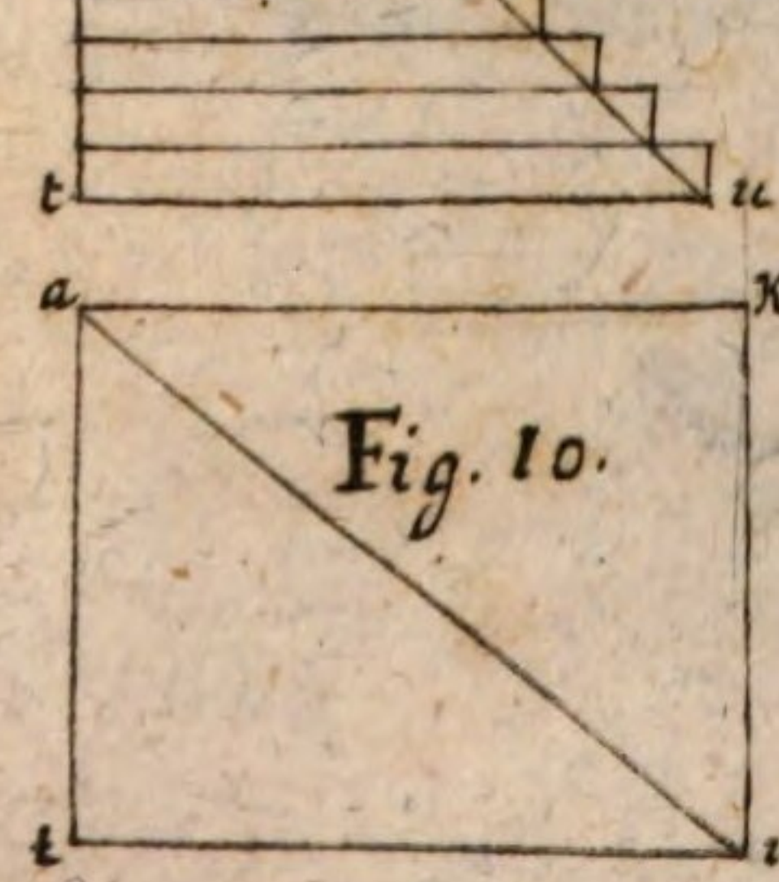


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12

Fig. 13.

G. C. Schmidt sc. 1773

Fig. 14.

Fig. 15.

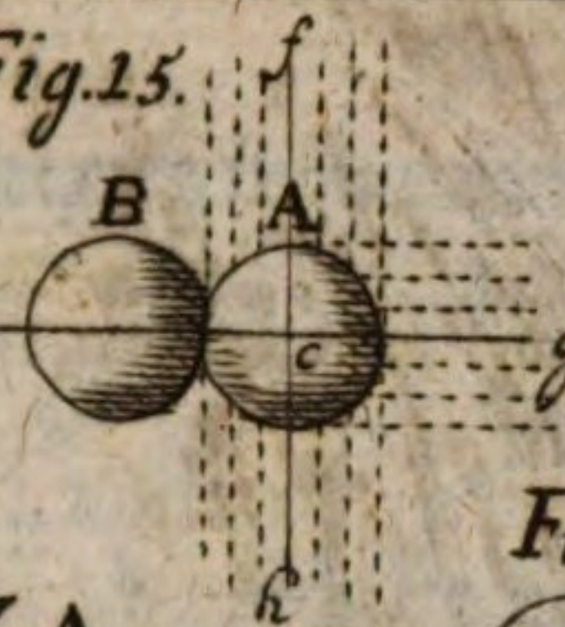


Fig. 16.

Fig. 17

Fig. 19.

Fig. 20.

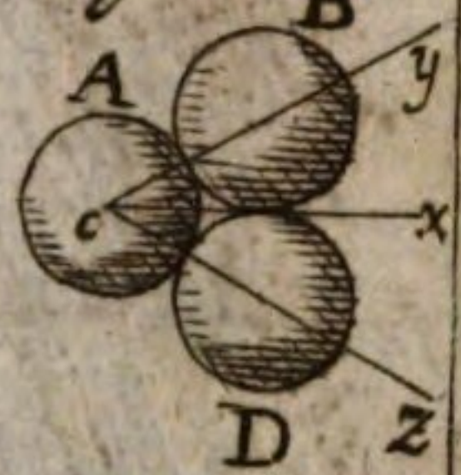


Fig. 18.

Fig. 21.

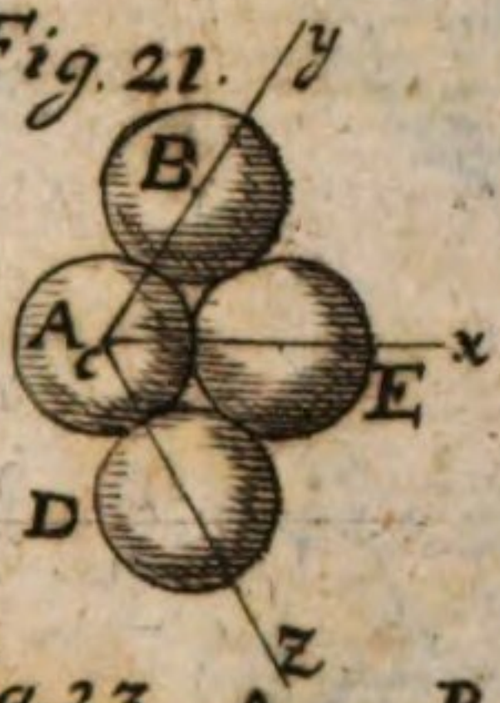


Fig. 22.

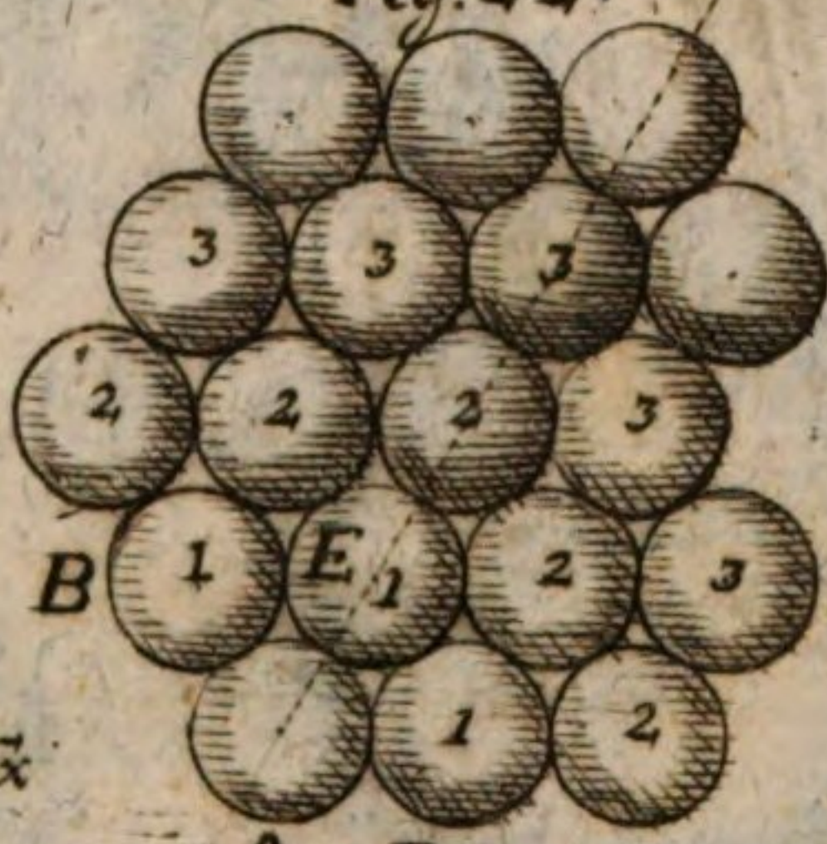


Fig. 23

Fig. 24

Fig. 25.

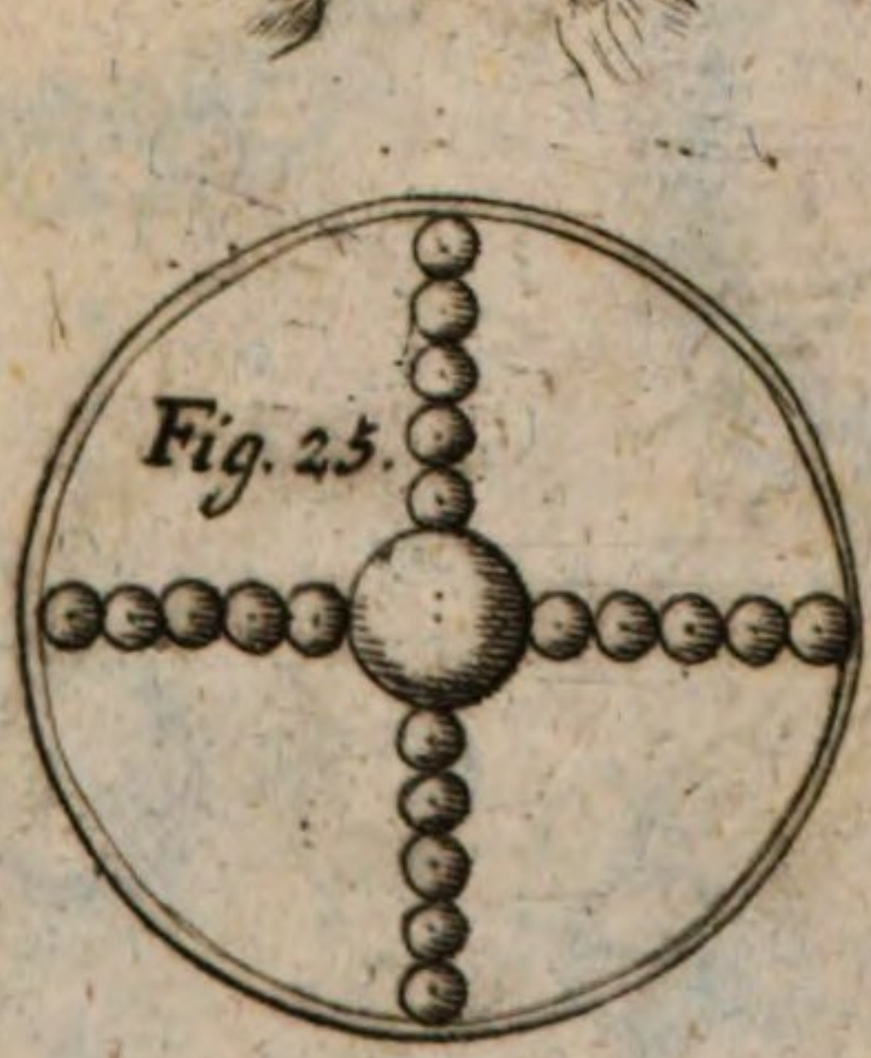


Fig. 26.

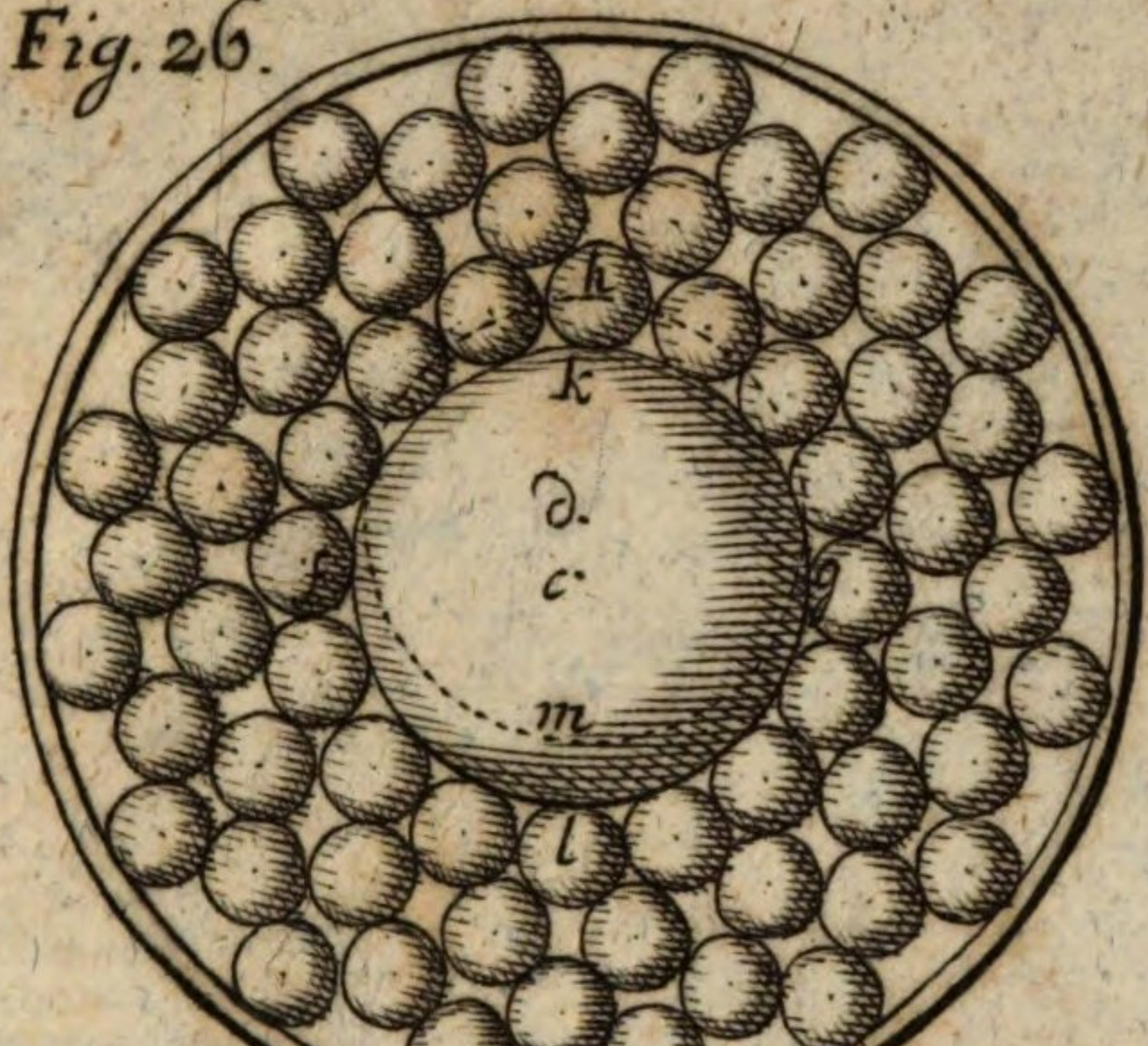


Fig. 27.

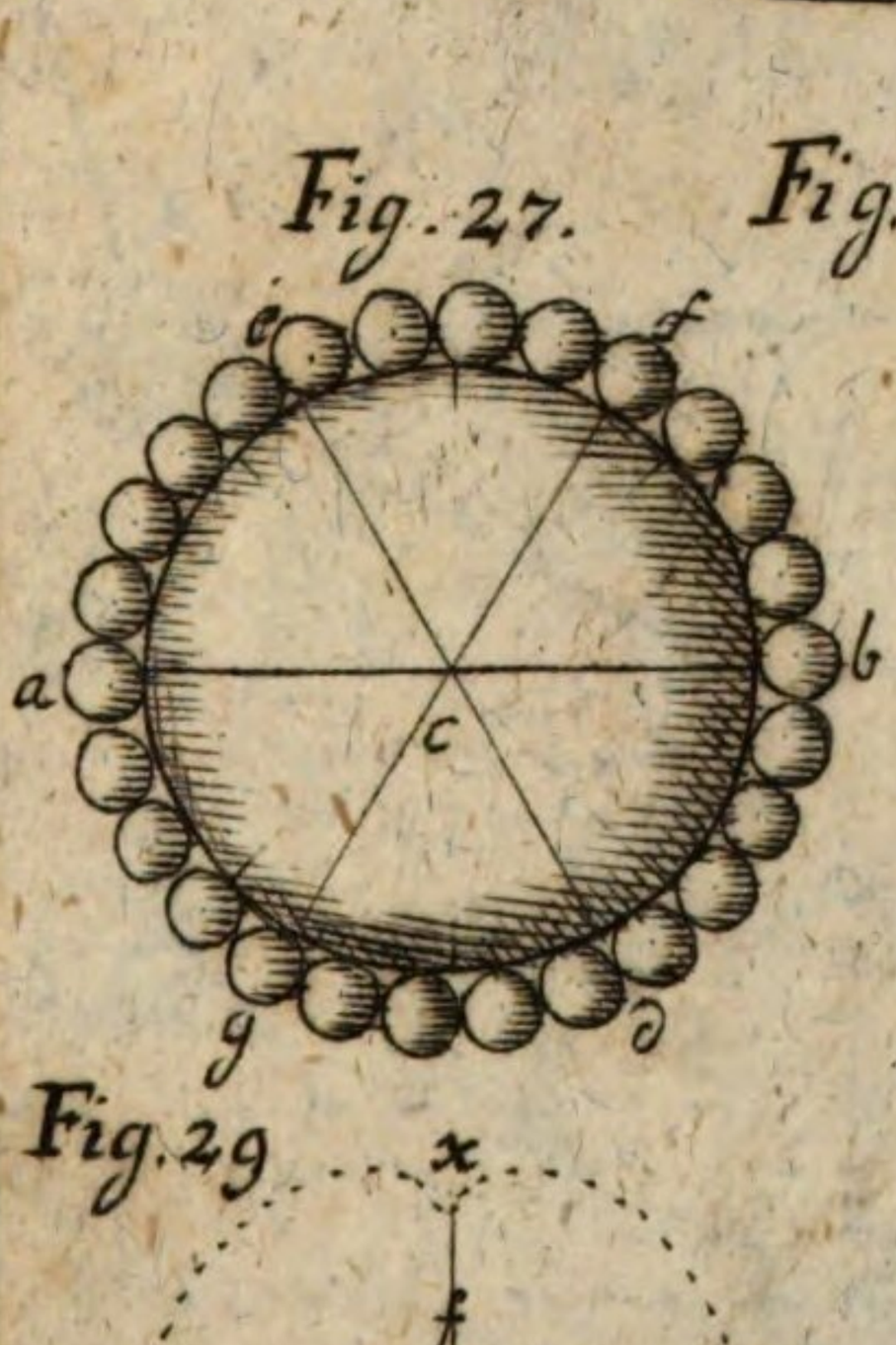


Fig. 28.

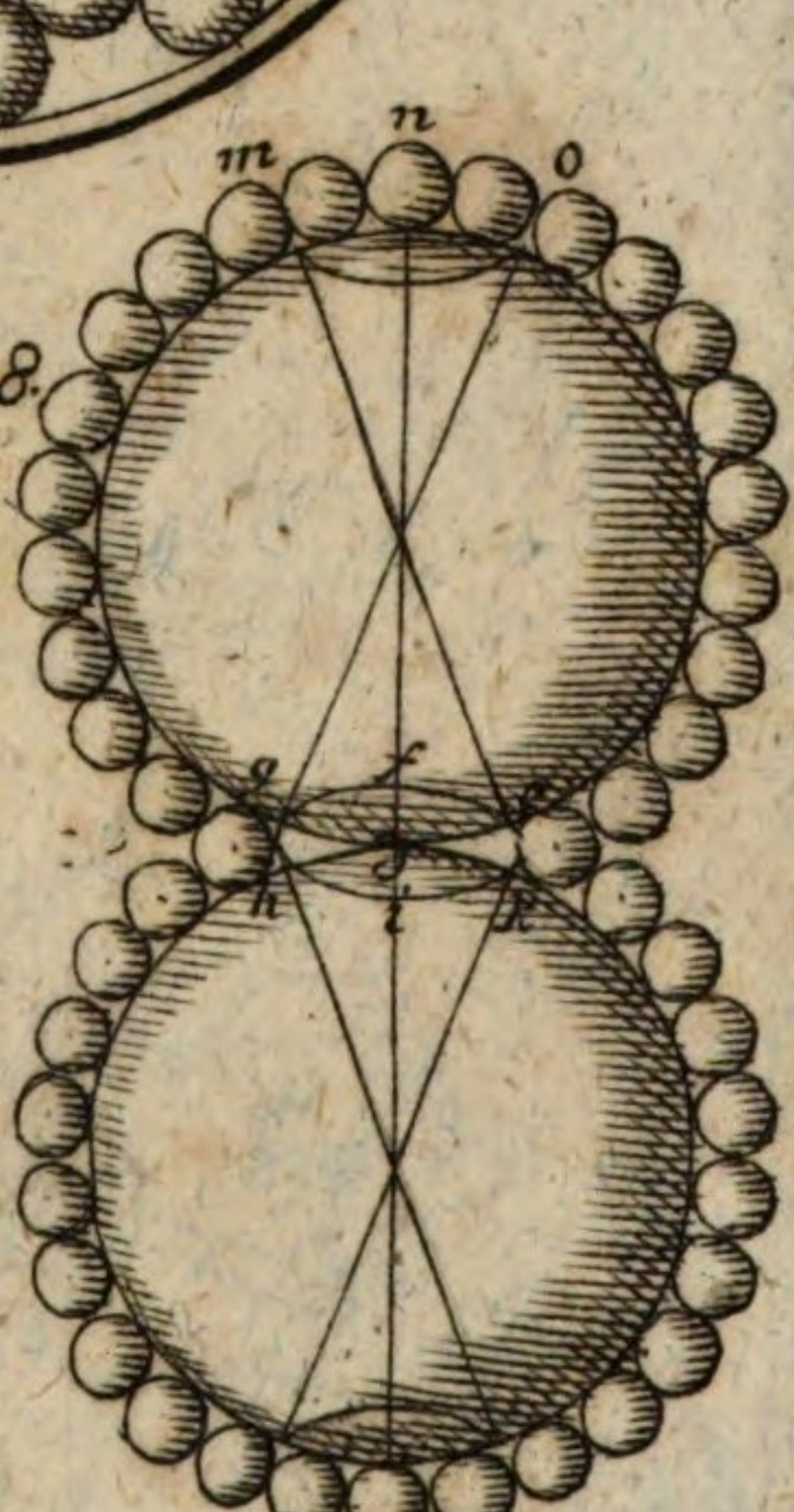


Fig. 29

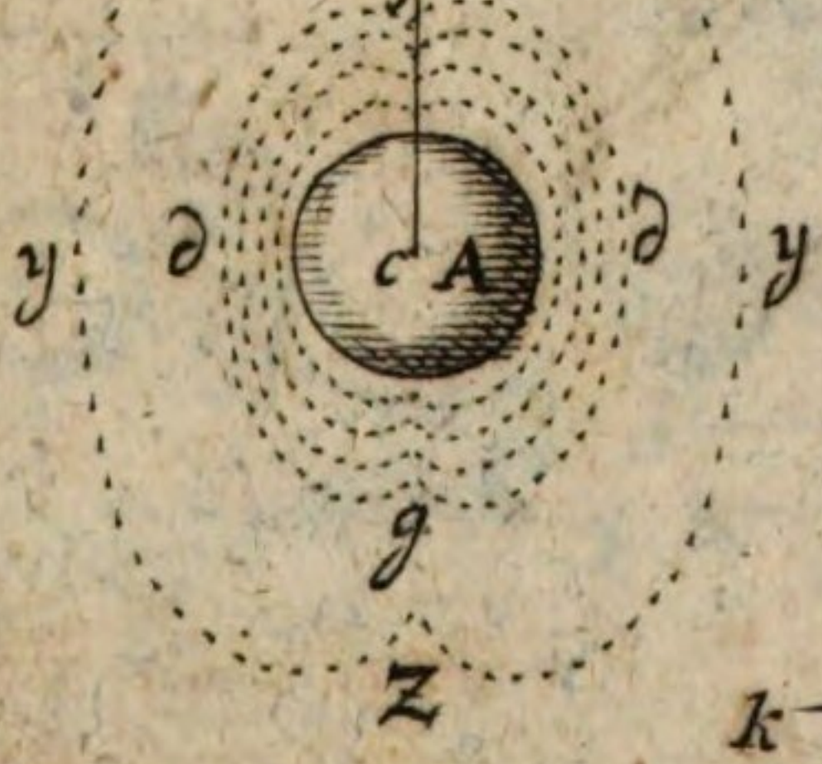


Fig. 30.

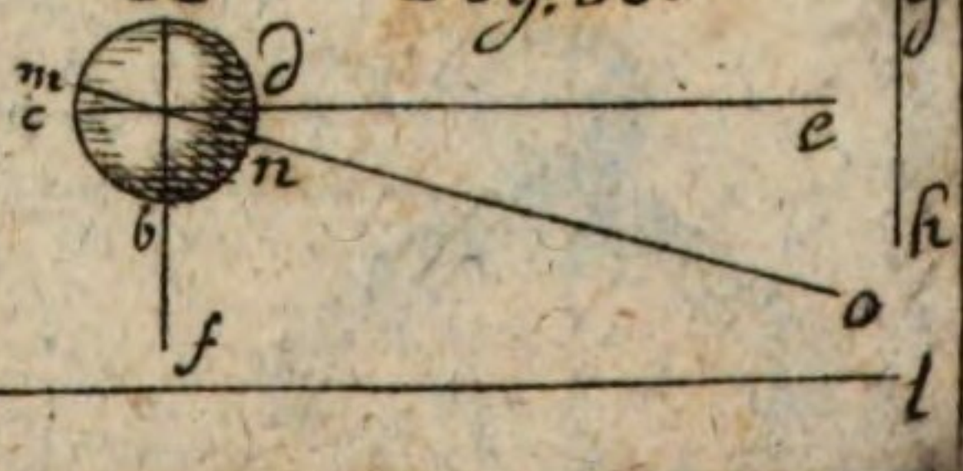


Fig. 31

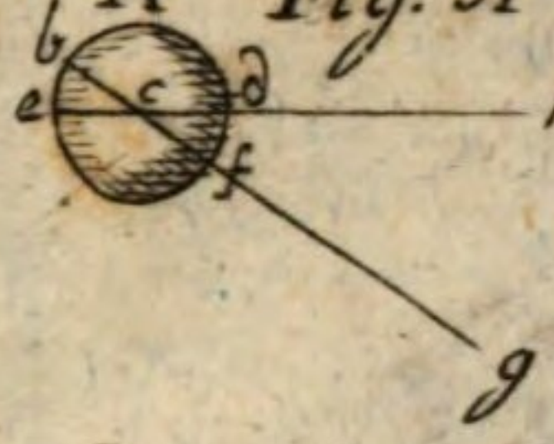


Fig. 32

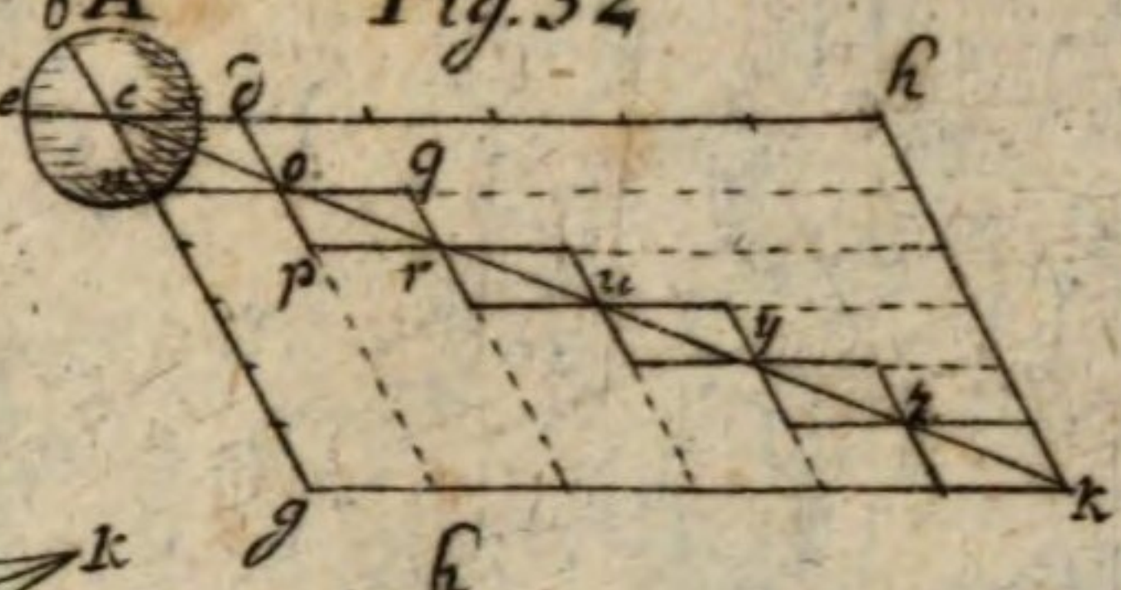


Fig. 33. h

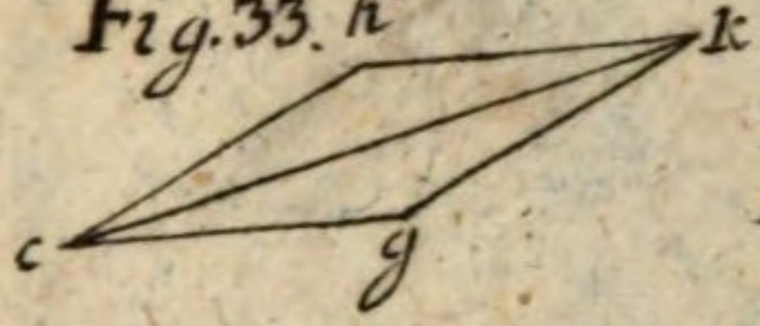


Fig. 34.

Fig. 33. h

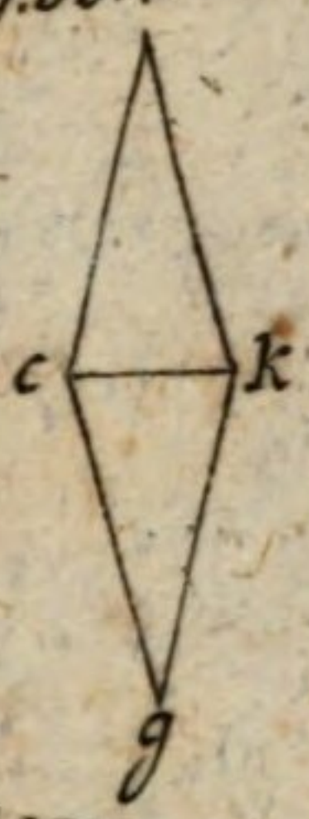


Fig. 36.

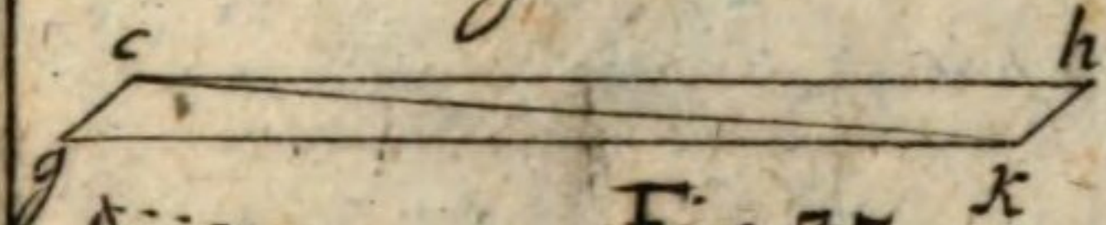


Fig. 37.

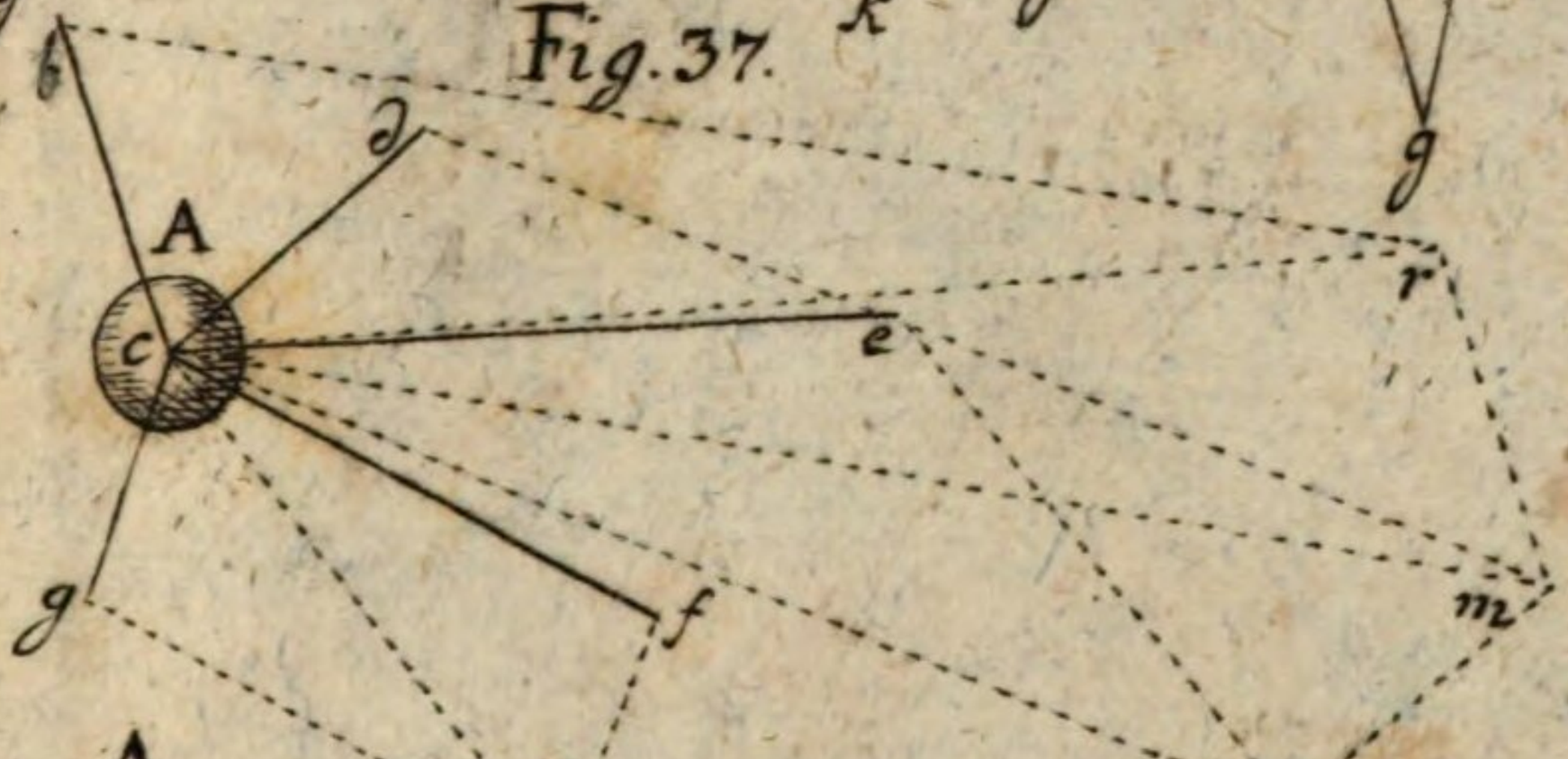


Fig. 38.

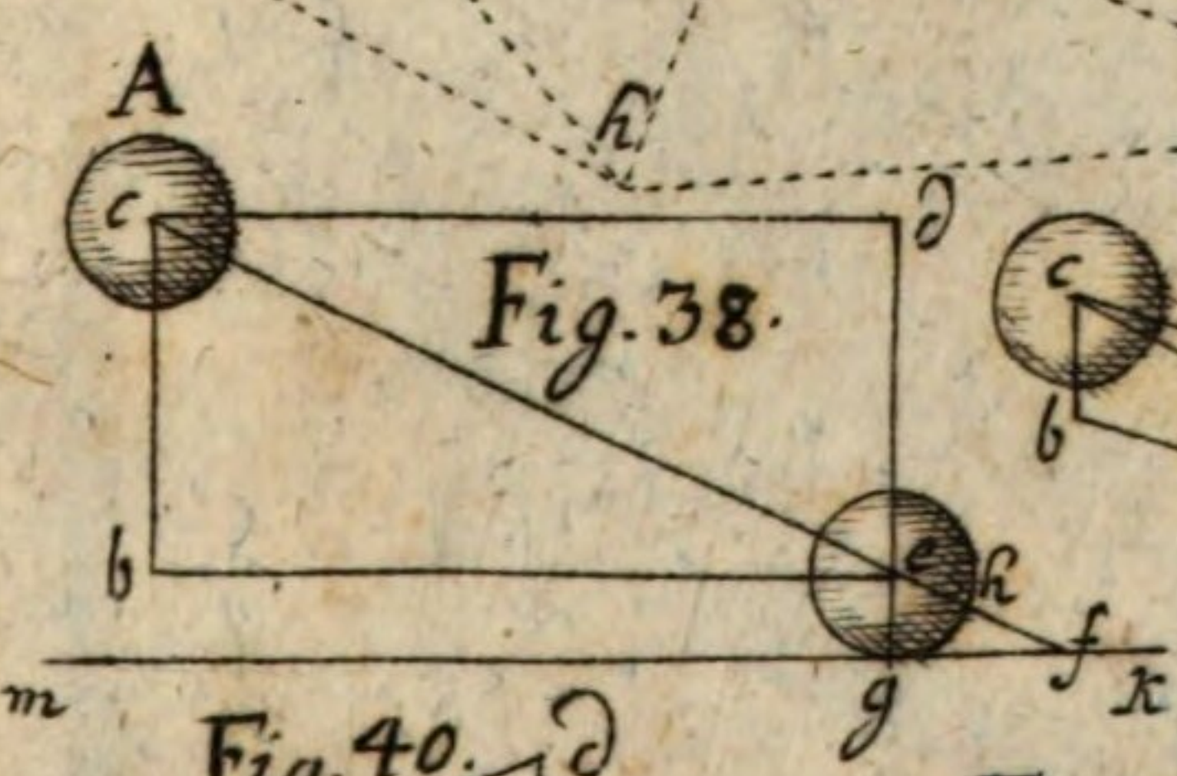


Fig. 39.

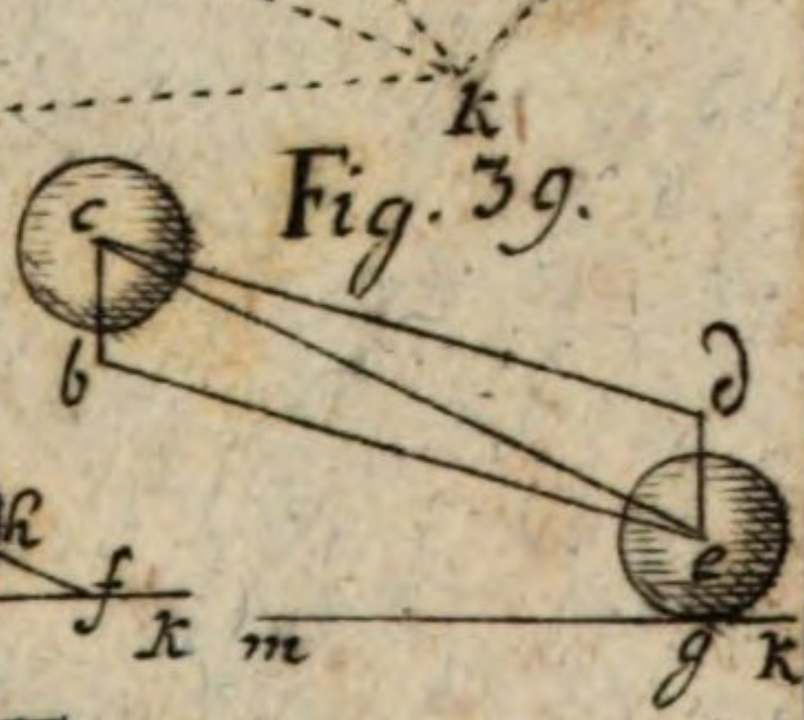


Fig. 40.

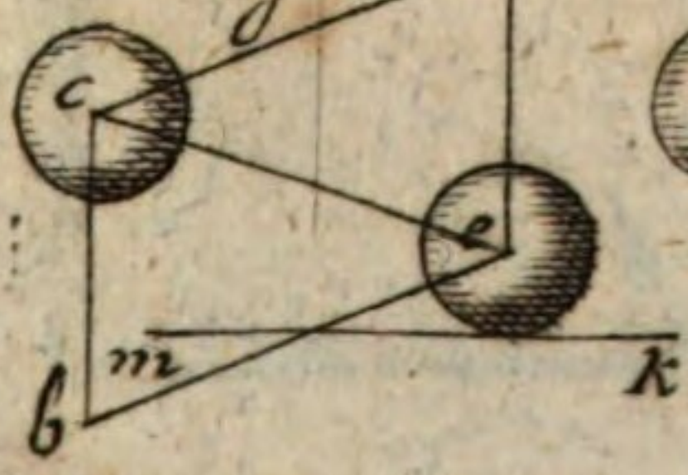
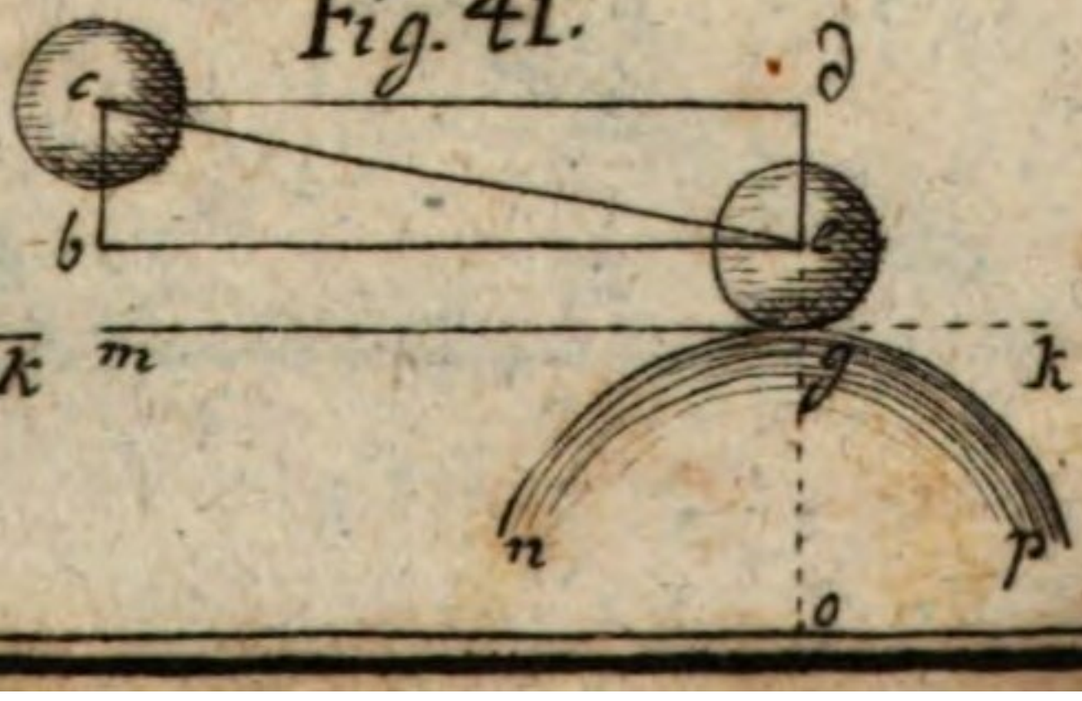


Fig. 41.



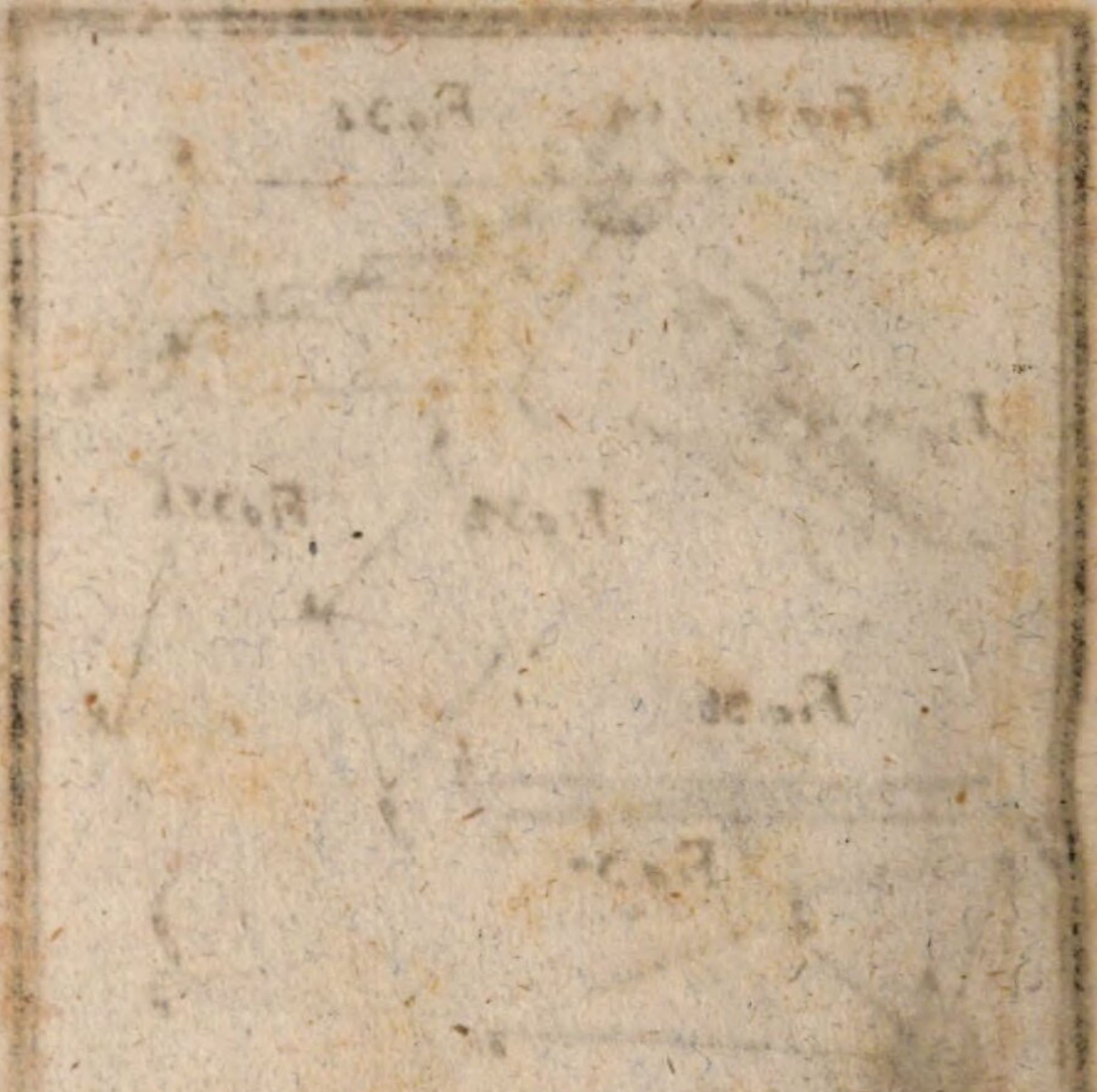


Fig. 42

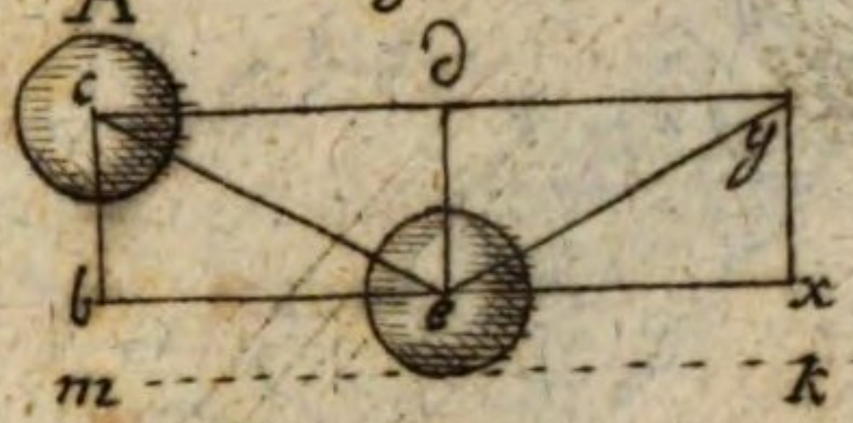


Fig. 43

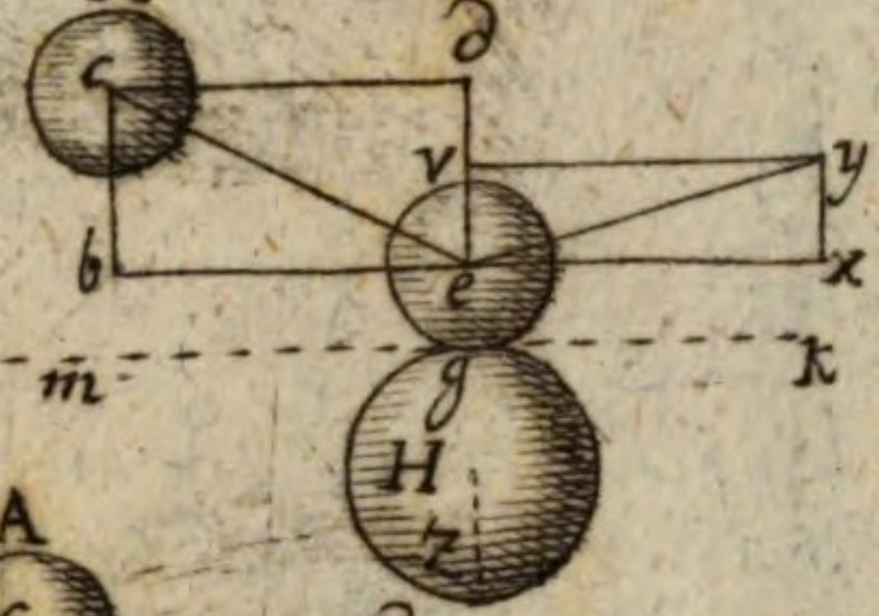


Fig. 44

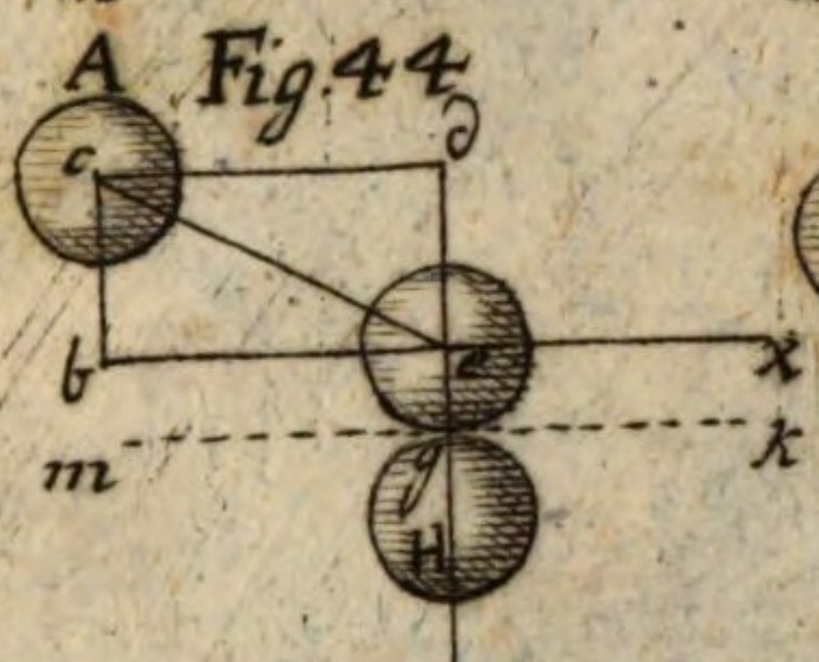


Fig. 45.

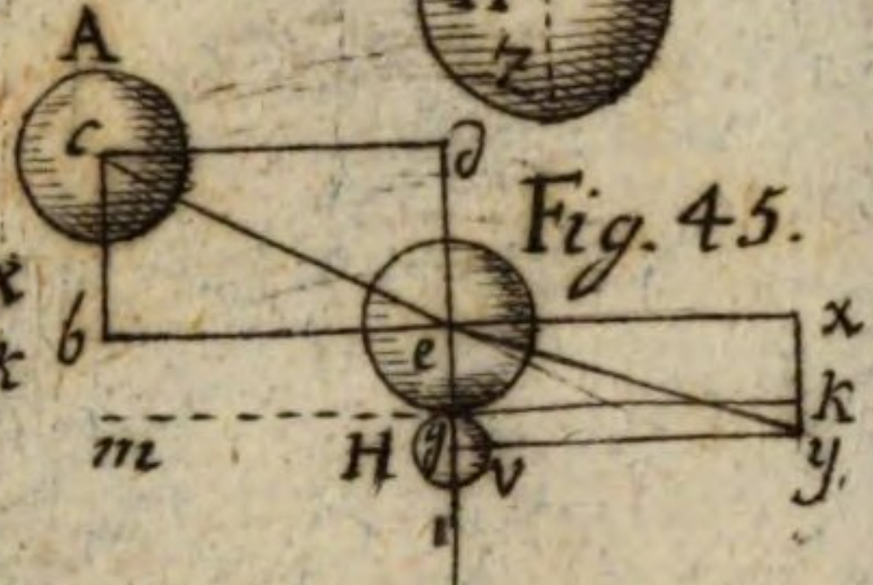


Fig. 46.

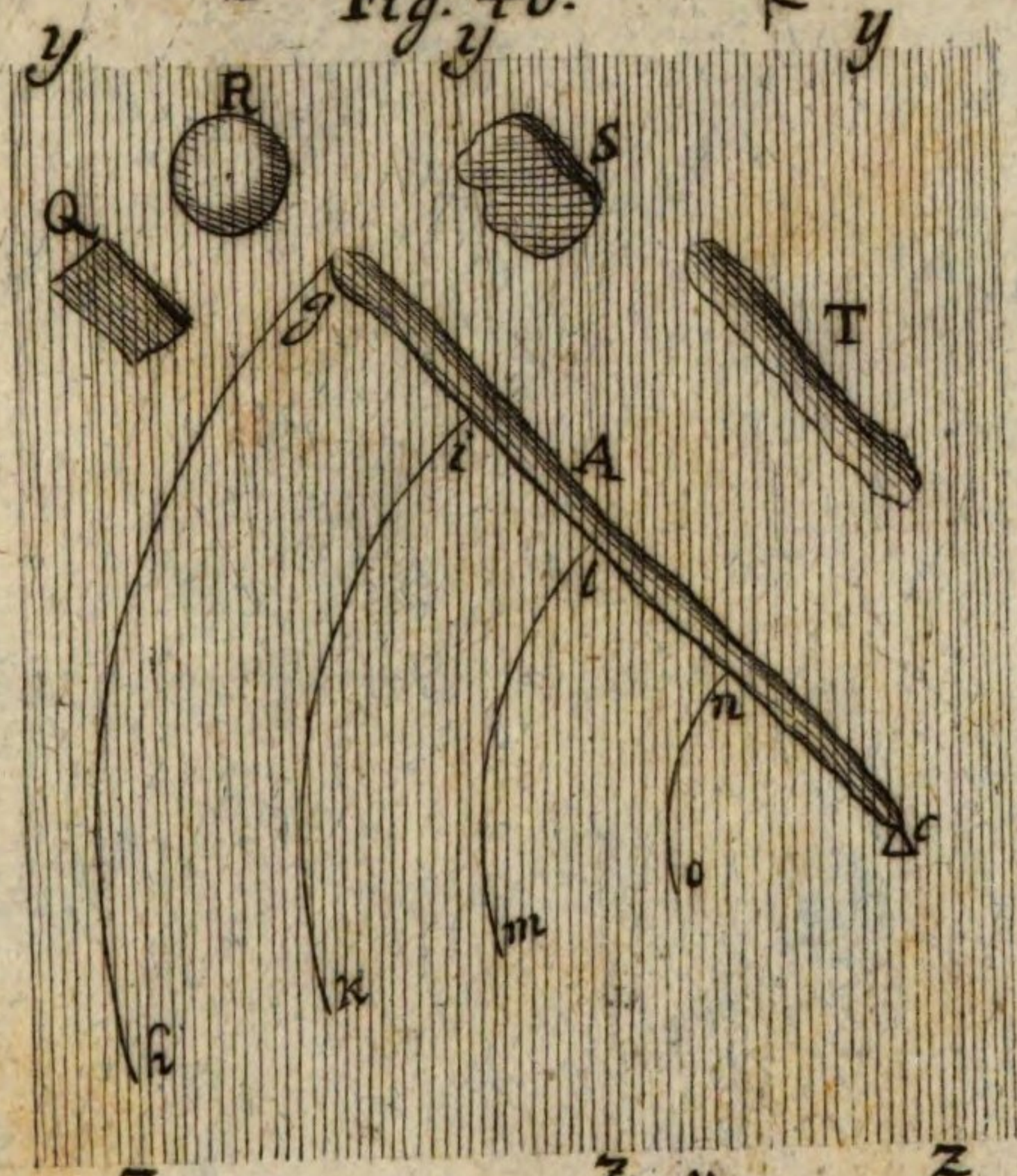


Fig. 47.

Fig. 48

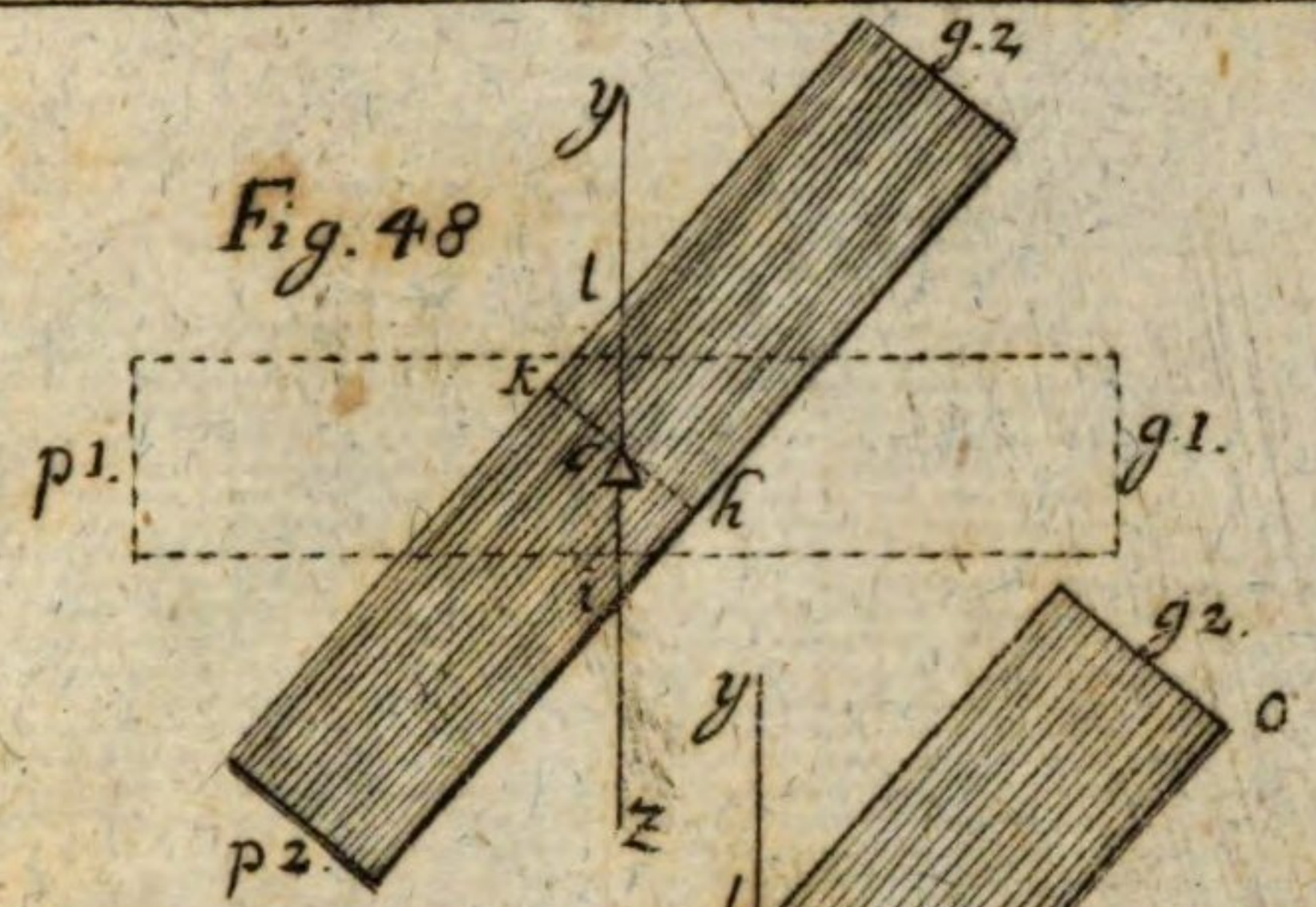


Fig. 49.

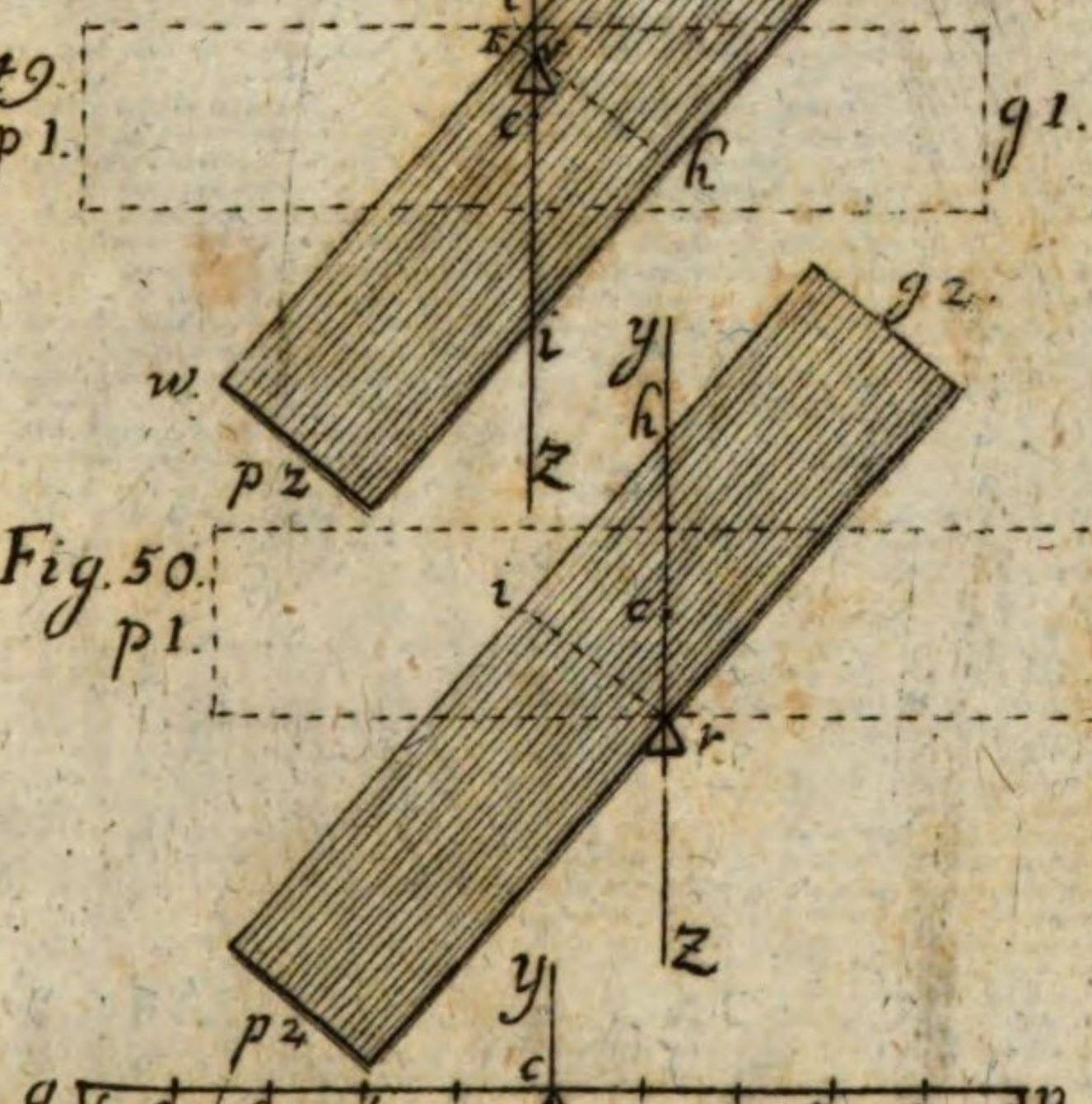


Fig. 50.

Fig. 51.

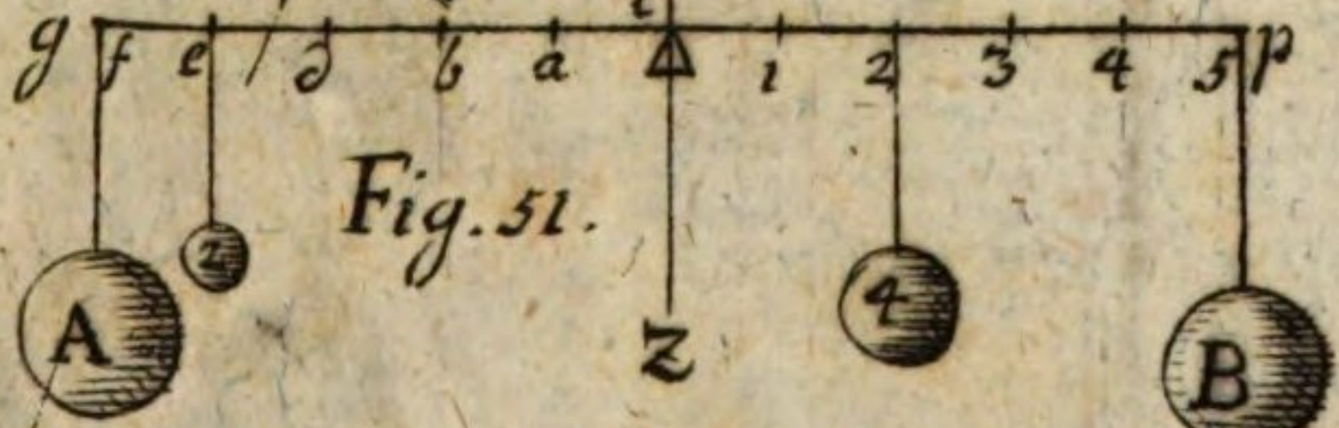


Fig. 53.

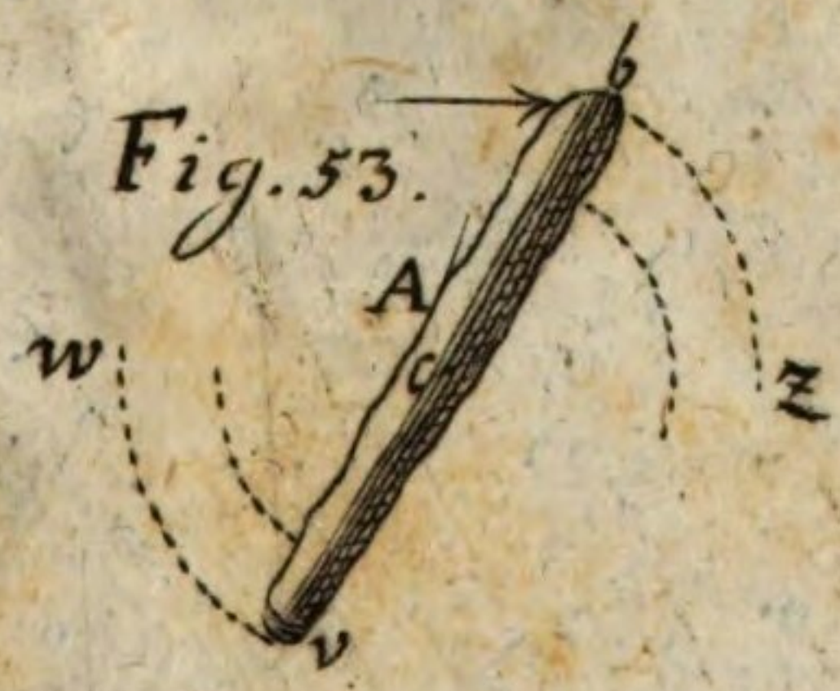
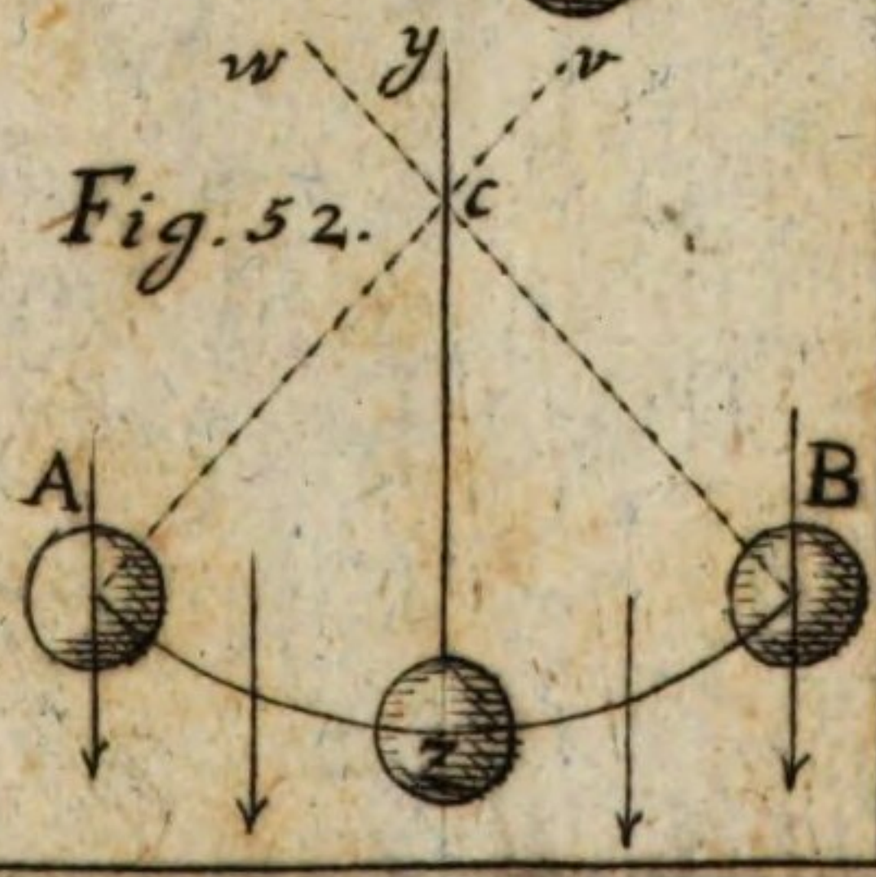


Fig. 52.



X V.86
IX.86

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hamberger, Adolf Albrecht

Adolph Albrecht Hambergers der Weltweisheit und Arzneykunst D. Allgemeine Experimental-Naturlehre auf eigene Erfahrung und Vernunftschlüsse gegrü ndet
Bd.: Erster Theil.

Jena 1774

Phys.g. 153 t-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131155-2
VD18 90553306